



SAVONIA

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIKAN JA LIIKENTEEN ALA

KUOPION GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSEN SÄHKÖNKULUTUKSEN POHJAKUORMASELVITYS

TEKIJÄ: Tekla Hietala

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Tekla Hietala			
Työn nimi Kuopion Geologian tutkimuskeskuksen sähkönkulutuksen pohjakuormaselvitys			
Päiväys	23.4.2013	Sivumäärä/Liitteet	36/12
Ohjaaja lehtori Jari Ijäs			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppanit Senaatti-kiinteistöt, Itä-Suomen alue, Kuopio / Anne Rautiainen, Timo Keskikuru			
<p>Opinnäytetyössä selvitettiin Kuopion Geologian tutkimuskeskuksen sähkönkulutuksen pohjakuorma ja selvityksen perusteella esittää toimenpide-ehdotuksia työajan ulkopuolisen energiatehokkuuden parantamiseksi. Selvitys toimii myös jatkossa vertailupohjana tuleville sähköenergiankulutuksen seurantamittauksille ja Senaatti-kiinteistöjen energiansäästöavoitteiden toteutumiselle.</p> <p>Kuopion Geologian tutkimuskeskukseen ei ollut aiemmin tehty tarkkaa sähkönkulutuksen pohjakuorman kartoitusta. Ainoat tiedot olivat EnerControl-palvelusta saadut kulutusraportit, joissa näkyy koko kiinteistön sähkönkulutus. Opinnäytetyöllä pyrittiin selvittämään päärakennuksen pohjakuorman suuruus, sekä profiloimaan millaisiin ja minkä kokoisiin osa-alueisiin pohjakuorma jakaantuu.</p> <p>EnerControl-raporttien ja kahden mittauskerran perusteella päärakennuksen jatkuva pohjakuorma on talvella noin 80 - 100 kW. Suurimmat kulutukset aiheutuvat ilmanvaihdosta, ATK-salista ja rännilämmityksestä. Mittauksia tehtiin kaiken kaikkiaan kolme, joista kahdessa ensimmäisessä mitattiin päärakennuksen kaikki sähkökeskukset Geologian tutkimuskeskuksen vuokralaisten työajan ulkopuolella. Kolmanteen mittaukseen valittiin edellisten mittausten perusteella keskuksia, joista mitattiin yksittäisiä kuormitettuja lähtöjä. Mittausten yhteydessä kierrettiin päärakennus ja tehtiin havaintoja sähköä kuluttavista prosesseista.</p> <p>Opinnäytetyössä pyrittiin löytämään energiaa säästäviä toimenpiteitä käytössä oleviin järjestelmiin. Yhtenä parannusesityksenä on rännilämmityksien ohjauksen muuttaminen siten, että lämpötilaohjauksen lisäksi lämmityksiä ohjaisi myös kosteusanturi. Myös paineilmakompressoreihin voisi lisätä aikaohjauksen, jonka voisi ohittaa tarpeen vaatiessa. Näillä toimenpiteillä mahdollisesti saataisiin työajan ulkopuolista pohjakuormaa pienennettyä.</p>			
Avainsanat pohjakuorma, sähkönkulutus, energiatehokkuus, ohjaus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Tekla Hietala			
Title of Thesis Analysing Basic Electricity Consumption of The Geological Survey of Finland, Kuopio Agency			
Date	23.4.2013	Pages/Appendices	36/12
Supervisor Mr Jari Ijäs, Lecturer			
Client Organisation /Partners Senate Properties, Anne Rautiainen Property Manager, Timo Keskikuru HVAC specialist			
<p>Abstract</p> <p>The main purpose of this thesis was to analyze the basic electricity consumption of The Geological Survey at Kuopio Agency. The analysis will provide a baseline for future consumption researches and estimates on how well the energy saving targets have come true. Improvement proposals were made to minimize the electricity consumption outside working hours based on the analysis.</p> <p>There was no earlier electricity consumption research for the property of The Geological Survey. Earlier consumption data was reports from EnerControl for the overall consumption in the property. The analysis aimed at identifying the magnitude and segmentation of basic consumption.</p> <p>Three measurements were made in the main building of The Geological Survey. All main currents of the switchboards were measured in the first two measurements. In the third measurement only the selected switchboards' main currents and single currents were measured. The three measurements showed that the biggest consumers were ventilation, chute heaters and data center.</p> <p>As a result of the measurements some basic electricity consumption improvement proposals were made. One of the proposals was to change device controls for chute heaters and air compressors. Chute heaters could be controlled with temperature and humidity sensors. Air compressors could be switched off by time control for weekends.</p>			
<p>Keywords</p> <p>basic electricity consumption, device control</p>			

ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö oli mielenkiintoinen ja minulle henkilökohtaisesti haastava. Alun epävarmuuden jälkeen löytyi järkevä tapa toteuttaa mittaukset ja työ pääsi todella käyntiin. Tuntuu hienolta saada neljän vuoden urakka päätökseen tällä opinnäytetyöllä ja siirtyä seuraaviin elämän haasteisiin.

Tahdon kiittää Senaatti-kiinteistöjen Anne Rautiaista ja Timo Keskikuraa opinnäytetyön aiheesta sekä avusta työn aikana. ISS Palvelut Oy:n Jorma Savolainen oli mukana mittauksissa ja omalla satsuksellaan auttoi monella tavalla työn etenemistä ja onnistumista, kiitokset siitä hänelle.

Suuret kiitokset hyvistä neuvoista ja kannustavasta asenteesta ohjaajilleni Jari Ijäkselle sekä Insi-nööritoimisto J. Markkasen Jussi Markkaselle ja Antti Suihkoselle. Kiitokset myös Markkasen toimiston muille työntekijöille.

Viimeiset kiitokset omalle perheelleni ja ystävilleni, kiitos tuesta ja uskosta läpi kevään!

Kuopiossa 23.4.2013

Tekla Hietala

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	7
1.1	Lyhenteet ja määritelmät.....	8
1.2	Yhteistyökumppanit ja tekijänoikeuksien haltijat.....	8
1.3	Tausta-aineistot.....	8
1.4	Tutkimusaineistot	8
2	YLEISESTI ENERGIAN- JA SÄHKÖNKULUTUKSESTA SUOMESSA	9
2.1	Kokonaisenergian kulutus	9
2.2	Sähköenergian kulutus	9
3	ENERGIATEHOKKUUSSOPIMUKSET	11
3.1	Energiatehokkuussopimusjärjestelmä.....	11
3.2	Senaatti-kiinteistöjen energiatehokkuussopimus.....	12
4	TAUSTATIEtoa GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSESTA JA SEN SÄHKÖNKULUTUKSESTA	13
4.1	Taustatietoa GTK:n kiinteistöstä	13
4.1.1	GTK:n sähkönmittaus	13
4.1.2	GTK:n sähkönjakelu.....	14
4.2	GTK:n energiankulutus.....	15
4.2.1	EnerControl	15
4.2.2	GTK:n sähkönkulutus kuukausittain	15
4.2.3	GTK:n sähkönkulutus arkipäivä / yö ja pyhä – jaolla.....	16
4.3	Opinnäytetyön tausta	18
5	MITTAUSTEN SUUNNITTELU	20
5.1	Mittaukset.....	20
5.2	Mittauksiin vaikuttavat tekijät.....	20
6	MITTAUKSET	21
6.1	Viikonlopun pohjakuormamittaus.....	21
6.1.1	Mittaustulokset	21
6.1.2	Viikonloppumittauksen yhteenveto	24
6.2	Arki-illan pohjakuormamittaus.....	25
6.2.1	Mittaustulokset	25
6.2.2	Arki-iltamittauksen lopputulos.....	28

6.3	Tarkentavat mittaukset.....	28
6.3.1	Mittaustulokset	29
6.4	Yhteenveto mittauksista	30
7	PARANNUSEHDOTUKSET	31
7.1	Käyttäjätottumusten muuttaminen ja niiden vaikutus pohjakuormaan	31
7.2	Pohjakuorman pienentäminen laitteiden ohjauksilla	32
7.3	Muita parannusehdotuksia	33
8	YHTEENVETO.....	35

LÄHTEET

LIITTEET

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Suomen valtion kiinteistövarallisuuden hallinnasta ja toimitilojen vuokraamisesta vastaavalle Senaatti-kiinteistöille. Itä-Suomen alueella toimiva Kuopion toimipiste hallinnoi Kuopion Geologian tutkimuskeskuksen kiinteistöä.

Senaatti-kiinteistöjen toiminta perustuu yhteiskuntavastuulliseen liiketoimintaan. Yhteiskuntavastuu edellyttää muun muassa kiinteistöjen energiatehokkuudesta huolehtimista, ja yksi energiatehokkuuden osa-alueista on kiinteistön sähköenergiatehokkuus. Sähköenergiankulutus tulisi saada mahdollisimman pieneksi, kuitenkin siten ettei toiminta, työturvallisuus eikä työviihtyvyys kärsi tai kiinteistön elinkaari lyhene eikä sen arvo laske. Opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Kuopion Geologian tutkimuskeskuksen käytössä olevan kiinteistön pohjakuorman suuruus ja sen jakautuminen sekä siihen vaikuttaminen.

Toimenpiteet energiatehokkuuden parantamiseksi voi ympäristövaikutusten lisäksi tuoda huomattavia taloudellisia säästöjä. Jatkuvasti kasvavat sähkö- ja lämpöenergian hinnat korostavat taloudellisten säästöjen merkitystä. Pohjakuorma on se sähkökulutuksen osa, joka kiinteistössä kuluu koko ajan, riippumatta merkittävästi vuorokaudesta. Vuodenajoilla on jonkin verran vaikutusta, esimerkiksi talvella tarvitaan ulkovalaistusta ja kesällä jäähdytystä. Jos pohjakuormaa pystyttäisiin edes vähänkin pienentämään, siitä kertyvät säästöt olisivat merkittäviä juuri pohjakuorman jatkuvuuden takia.

Opinnäytetyön tavoite on selvittää minkä laitteiden ja prosessien sähkökulutuksesta pohjakuorma muodostuu. Selvityksen pohjalta mietitään korjaavia toimenpiteitä ja miten ne vaikuttaisivat pohjakuorman määrään. Lisäksi pohjakuorman selvitys toimii vertailupohjana Schneider Electric'in energiansäästöhankeelle. Pohjakuormaa kartoitetaan Enerkeyn kulutusraportoinnilla ja mittauksilla, jotka tehdään Geologian tutkimuskeskuksen vuokralaisten työajan ulkopuolella. Parhaat ajankohdat mittauksille ovat näin ollen arki-illat ja viikonloput. Geologian tutkimuskeskuksen päärakennus on suurin rakennus kiinteistössä ja myös suurin osa sähkökulutuksesta tapahtuu siellä, joten tässä opinnäytetyössä keskitytään lähinnä päärakennukseen ja sen sähkökulutukseen.

1.1 Lyhenteet ja määritelmät

pohjakuorma = työprosesseista riippumaton sähkönkulutus, jonka määrä havaitaan tuntiseurannassa työajan ulkopuolella

GTK = Geologian tutkimuskeskus

SVT = Suomen virallinen tilasto

kWh/brm² = sähkönkulutus per bruttopinta-ala, energiatehokkuusluku

1.2 Yhteistyökumppanit ja tekijänoikeuksien haltijat

Anne Rautiainen. Kiinteistöpäällikkö. Senaatti-kiinteistöt, Itä-Suomen alue. Kuopio.

Keskikuru, Timo. Talotekniikan asiantuntija, LVI. Senaatti-kiinteistöt, Itä-Suomen alue. Kuopio.

Suihkonen, Antti. Suunnittelupäällikkö, sähkö. Insinööritoimisto J. Markkanen Oy. Kuopio

1.3 Tausta-aineistot

Aineisto 1

Facilityinfo – projektipankki, jossa tietoja Geologian tutkimuskeskuksesta.

1.4 Tutkimusaineistot

Aineisto 1

GTK:n sähkön kokonaiskulutusraportit. Energian kulutusraportointiohjelma EnerControl, Enerkey.

Aineisto 2

GTK:n sähkön kokonaiskulutuksen ja osittaiskulutusten mittaukset. Mittauspöytäkirjat

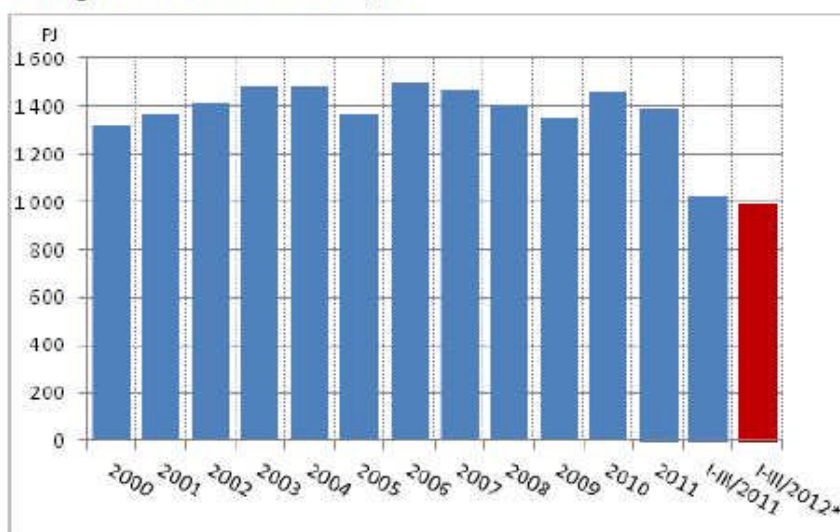
2 YLEISESTI ENERGIAN- JA SÄHKÖNKULUTUKSESTA SUOMESSA

Suomessa sähköenergiaa tuotetaan monella eri tavalla. Suurimmat energianlähteet ovat ydinenergia, puupolttoaineet ja fossiiliset polttoaineet, kuten öljy ja hiili. Uusiutuvien energianlähteiden lopputuloksen käyttöprosenttia pyritään nostamaan ja tästä on maininta myös energiatehokkuussopimuksissa. Vuonna 2011 fossiilisten polttoaineiden käyttö laski 12 prosenttia edellisvuodesta. Myös uusiutuvien polttoaineiden käyttö laski prosentin, mutta sen osuus energian kokonaiskulutuksesta kasvoi 28 prosenttiin. (SVT, 2012.)

2.1 Kokonaisenergian kulutus

Energian kokonaiskulutus Suomessa on ollut laskussa vuodesta 2010 ja ennakkotietojen mukaan vuonna 2012 kulutus on edelleen laskussa (SVT, 2013). Vuoden 2012 toteutuneet kulutuslukemat julkaistaan vasta vuoden 2013 joulukuussa. Vuoden 2011 energiankulutusta laski lämpimämpi syksy. (SVT, 2012.)

Energian kokonaiskulutus, PJ



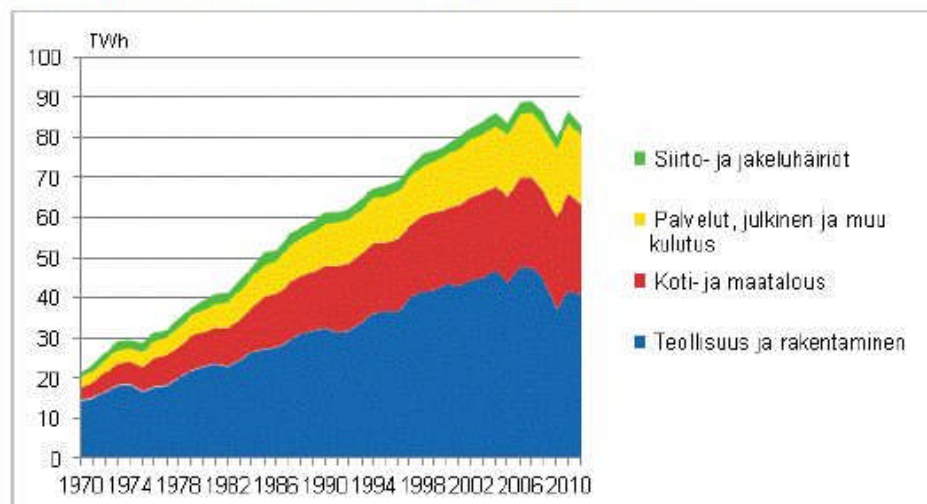
KUVIO 1. Energian kokonaiskulutus (SVT, Energian hankinta ja kulutus 2012, 3. neljännes.)

Kuviossa 1 palkki 2011 on koko vuoden 2011 energiankulutus ja palkki I-III/2011 on tammi-syyskuun kulutus ja on vertailukohtana vuoden 2012 tammi-syyskuun kulutukselle. I-III/2012* on merkitty punaisella palkilla ja tähdellä, koska tämä on vasta ennakkotieto. Todellinen kulutuslukema julkaistaan vuoden 2012 toteutumisessa. (SVT, 2012.)

2.2 Sähköenergian kulutus

Vuonna 2011 sähkönkulutus laski neljä prosenttia vuoteen 2010 verrattuna. Wattitunteina tämä tarkoittaa 84,2 TWh vähemmän kuin edellisellä vuonna. Sähkönkulutusta laski leudompi sää, joka vähensi lämmitykseen ostetun sähkömäärää. (SVT, 2012.)

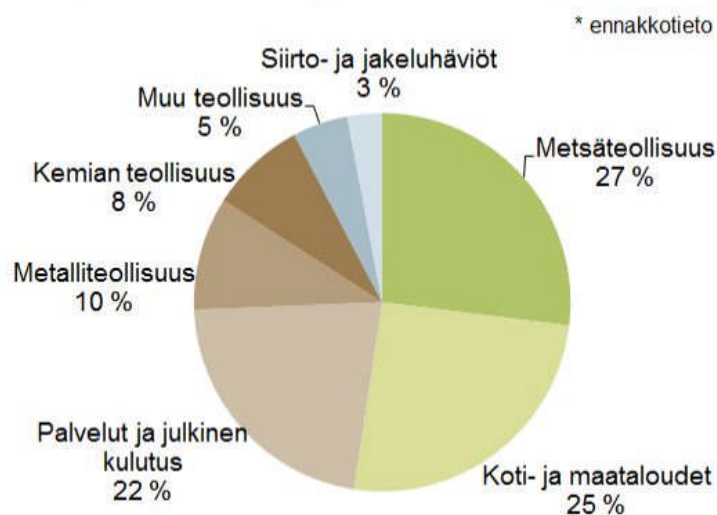
Liitekuvio 6. Sähkönkulutus sektoreittain 1970–2011



KUVIO 2. Sähkönkulutus sektoreittain 1970–2011 (SVT, Energian hankinta ja kulutus 2011, liitekuvio 6.)

Kuviosta 2 nähdään millainen sähkönkulutus eri sektoreilla on Suomessa terawattitunteina. Neljässä vuosikymmenessä Suomen sähkönkulutus on nelinkertaistunut, vaikkakin se on alkanut pienentyä vuodesta 2010. Eniten sähköä kuluttaa teollisuus ja rakentaminen ja vähiten tehoa kuluu siirto- ja jakeluhäviöihin. GTK:n sähkönkulutus kuuluu palvelut, julkinen ja muu kulutus – sektoriin, joka on merkitty kuviossa 2 keltaisella.

Sähkön kulutuksen jakautuminen 2011*



* ennakkotieto

KUVIO 3. Sähkönkulutuksen jakautuminen 2011* (Motiva, 2013)

Vuoden 2011 ennakkotietojen mukaan palvelut ja julkinen kulutus – sektorin kulutus oli 22 % sähkön kokonaiskulutuksesta. (Kuvio 3.) Tämä osoittaa, kuinka suuri merkitys julkisella sektorilla on Suomen sähkönkulutuksessa ja sitä myöten myös energiansäästö tavoitteissa.

3 ENERGIA TEHOKKUUSSOPIMUKSET

Lähes kaikkialla maailmassa on herätty ilmastomuutokseen, mahdolliseen energiakriisiin ja siihen, ettei maapallo pysty enää kauaa tuottamaan kaikkea mitä kasvava maailman talouskehitys vaatii. Näihin ongelmiin yritetään jatkuvasti kehittää ratkaisuja, kuten uusiutuvat energianlähteet ja parempi energiatehokkuus. Nykyiseen kulutustasoon pyritään vaikuttamaan monilla kansainvälisillä sopimuksilla.

3.1 Energiatehokkuussopimusjärjestelmä

Suomessa on otettu käyttöön energiatehokkuussopimukset, joiden taustalla vaikuttavat monet sopimukset ja velvoitteet (kuva 1). Energiatehokkuussopimusten tavoite on yhdeksän prosentin energiansäästö vuoteen 2016 mennessä. Sopimusjärjestelmä toimii työkaluna toteuttaessa muun muassa ilmasto- ja energiastrategiaa sekä EU:n energiapalveludirektiiviä. (Motiva, 2011.)

Taustalla kansainväliset sopimukset ja velvoitteet



KUVA 1. Energiatehokkuussopimusjärjestelmän taustatekijät (Motiva, 2010)

Sopimukset ovat vapaaehtoisia ja ne ovat räätälöity eri toiminta-alueille, kuten elinkeinoelämä, kiinteistöala ja maatalous. Senaatti-kiinteistöt on liittynyt toimitilayhteisöjen toimenpideohjelmaan.

Toimenpideohjelmaan liittyneet

- sitoutuvat energiatehokkuuden jatkuvaan parantamiseen
- organisoivat ja suunnittelevat energiatehokkuustoiminnan toteuttamisen
- raportoivat vuosittain energiankäytöstä ja sen tehostamisesta
- kouluttavat ja viestivät sisäisesti
- ottavat energiatehokkuuden huomioon suunnittelussa ja hankinnoissa
- pyrkivät ottamaan käyttöön uutta energiatehokasta teknologiaa, toimintatapoja ja uusiutuvia energialähteitä
- arvioivat energiatehokkuustoimintaansa
- edistävät vuokralaisten energiankäytön tehostamista sekä kiinteistönhoidon ja ylläpidon energiatehokkuutta. (Motiva, 2011.)

3.2 Senaatti-kiinteistöjen energiatehokkuussopimus

Energiatehokkuussopimuksen Senaatti-kiinteistöt allekirjoitti vuonna 2011. Senaatti-kiinteistöjen yleistavoite on vuoteen 2016 mennessä vähentää sähkö- ja lämpöenergian kulutusta 6 % vuoden 2010 tasosta. Lisäksi uusiutuvan energian käyttöä lisätään 9,5 % vuoteen 2015 mennessä ja kasvi-huonekaasuja leikataan 20 % vuoteen 2020 mennessä. Nämä prosentit tulevat EU:n energiatavoitteista. Senaatti-kiinteistöjen itse asettama kokonaisenergiansäästötavoite on 32 181 MWh vuoteen 2016 mennessä. Toimenpideohjelmaan kuuluu 224 kiinteistöä, joista noin puolet on toimistorakennuksia. (Senaatti-kiinteistöt, 2012.)

Senaatti-kiinteistöt perusti vuoden 2011 aikana energiatiimin, joka hallinnoi energiansäästötavoitteita operatiivisella tasolla. Energiatiimissä on toimeenpaneva ryhmä ja tämän lisäksi joukko prosessi-asiantuntijoita sekä vastuullisia erityisasiantuntijoita. Toimeenpaneva ryhmä laatii toimintasuunnitelman sekä pitkän tähtäimen suunnitelman strategiakaudelle ja asiantuntijoita käytetään tarpeen mukaan. (Senaatti-kiinteistöt, 2012.)

Tavoitearvio vuodeksi 2011 oli saada energiankulutus laskuun sekä energiatehokkuussopimuksen mukaan 1 % vähennys vuoden 2010 tasosta. Nämä tavoitteet saavutettiin, vuonna 2011 Senaatti-kiinteistöjen energiatehokkuusluku oli 92,5 kWh/brm², joka on 1,5 % pienempi kuin vuoden 2010 luku. (Senaatti-kiinteistöt, 2012.)

4 TAUSTATIETOA GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUKSESTA JA SEN SÄHKÖNKULUTUKSESTA

Geologian tutkimuskeskus tuottaa elinkeinoelämän ja yhteiskunnan tarvitsemaa geologista tietoa, jolla edistetään maankamaran ja sen luonnonvarojen hallittua ja kestävää käyttöä (GTK, 2013).

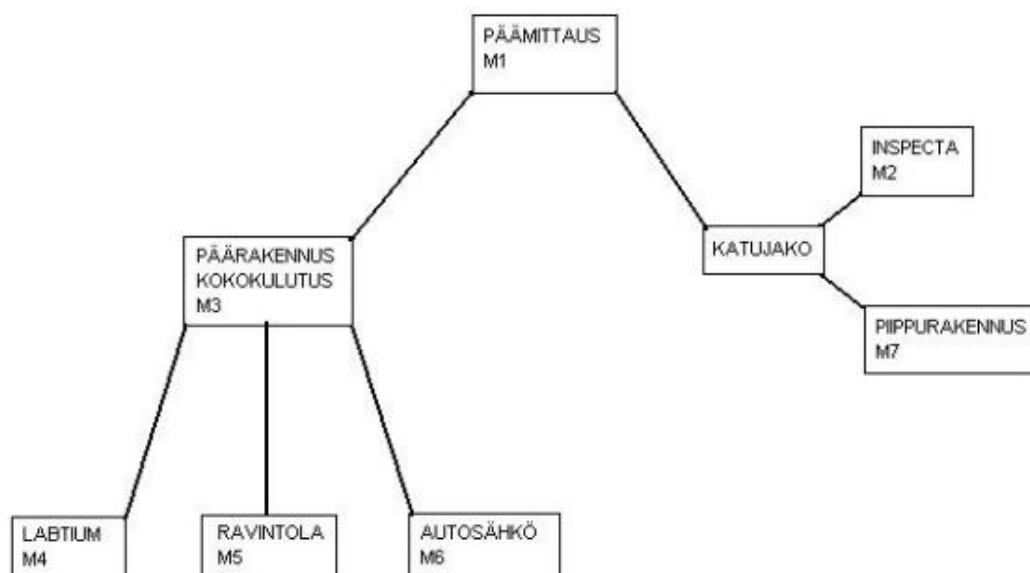
4.1 Taustatietoa GTK:n kiinteistöstä

Kuopion GTK:n kiinteistössä on kahdeksan rakennusta, jotka on rakennettu vuosina 1937, 1989 ja 1997. GTK:n päärakennus on toimistorakennus ja muut rakennukset ovat autohalli/-korjaamo, muuntamo sekä varastoja. Opinnäytetyössä keskityttiin pääasiassa päärakennuksen sähkönkulutukseen.

GTK:n päärakennus on suurin kiinteistön rakennuksista. Sen bruttoala on 11 261,2 brm² ja lämmitettävä pinta-ala 10 262 m². Rakennus valmistui vuonna 1989, jonka jälkeen sitä on jonkin verran remontoitu. Rakennuksen vuokralaiset olivat tämän opinnäytetyön mittauksen aikaan Geologian tutkimuskeskus, Antell Ravintolat Oy ja Labtium Oy. Rakennukseen tuli uusi vuokralainen vuoden 2013 maaliskuussa, mutta mittaukset suoritettiin helmikuussa, joten mittauksissa ei ole uuden vuokralaisen sähkönkulutusta.

4.1.1 GTK:n sähkönmittaus

Muuntamolla on koko kiinteistön sähköenergian etäluettava päämittaus, josta menevät tiedot myös EnerKey:n raportointipalveluun. Alamittauksia on seitsemän kappaletta (kuvio 4), mutta näiden mitareiden tiedonkeruu on kumulatiivinen, eikä niistä saada reaaliaikaisia kulutustietoja. Alamittausten tarkoitus on selvittää laskutusta vuokralaisten kesken.

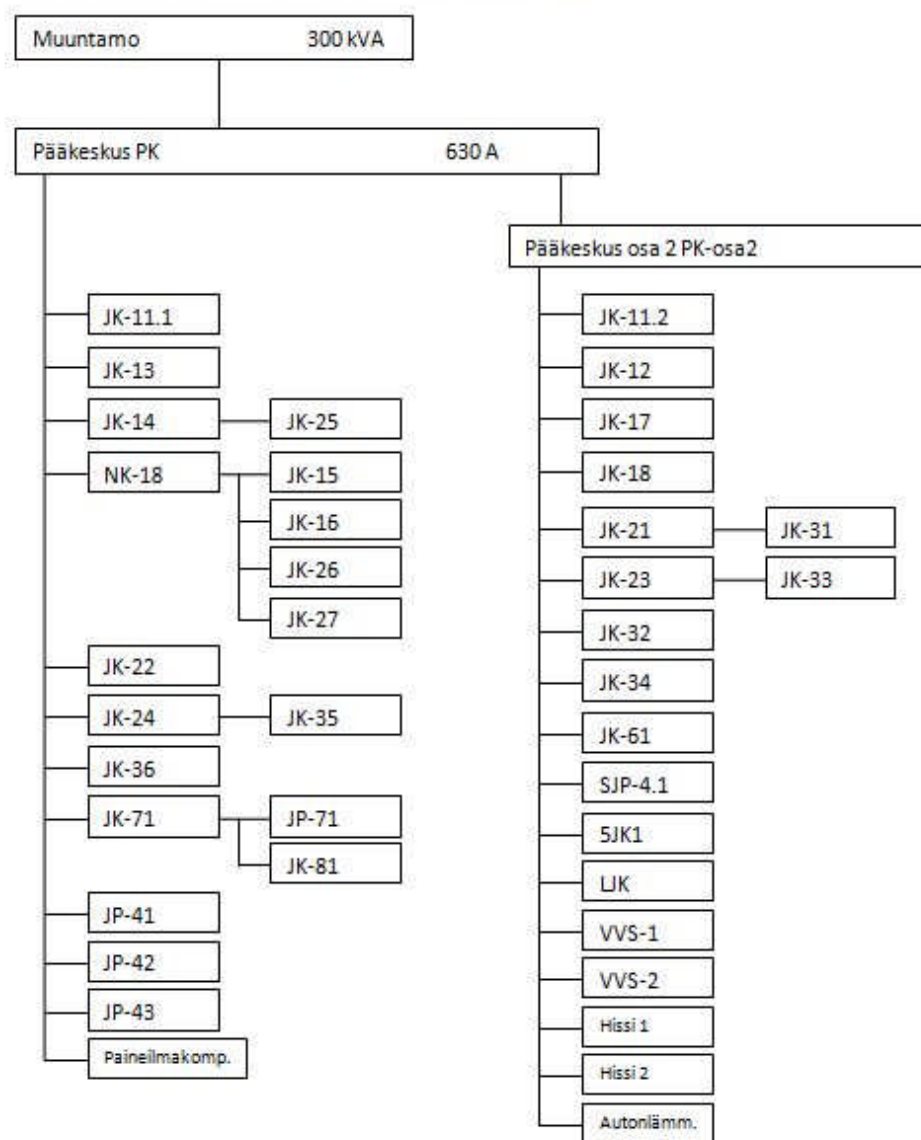


KUVIO 4. GTK:n kiinteistön sähkönmittaukset

4.1.2 GTK:n sähköjakelu

GTK:n sähkön syöttö tulee omalta muuntamolta ja sieltä tulevat nousujohtot päärakennukseen ja katujakokaapille. Päärakennuksen sähköjakelun periaatekuva on kuviossa 5.

GTK:N PÄÄRAKENNUKSEN SÄHKÖNJAKELUN PERIAATEKUVA



KUVIO 5. GTK:n päärakennuksen sähköjakelun periaatekuva

Sähköjakelun periaatekuvasta (kuvio 5) nähdään pääkeskuksen syöttämät keskuksat. JK-71 on autotallin/-korjaamon keskus, joka syöttää hallin ilmanvaihtokeskusta JP-71 ja kivisahaamon keskusta JK-81. Nämä keskuksat ja tutkimusvälinevaraston keskus JK-61 eivät ole päärakennuksen keskuksia. NK-18 on Labtiumin nousukeskus ja JK-22 on Antell Ravintolat Oy:n eli keittiön ja ravintolan keskus.

4.2 GTK:n energiankulutus

Senaatti-kiinteistöjen oman vuosiraportin tulokset ovat taulukossa 1. Vuoden 2012 sähköenergiankulutus on hieman noussut edellisen vuoden kulutuksesta ja näin ollen jäänyt tavoitteesta, joka on siis -2 % edellisen vuoden kulutuksesta. Senaatti-kiinteistöjen Itä-Suomen alueen kiinteistöistä GTK on seitsemänneksi suurin sähkökulutukseltaan (Senaatti-kiinteistöt, 2013.)

TAULUKKO 1. GTK:n energiankulutukset 2010 - 2012

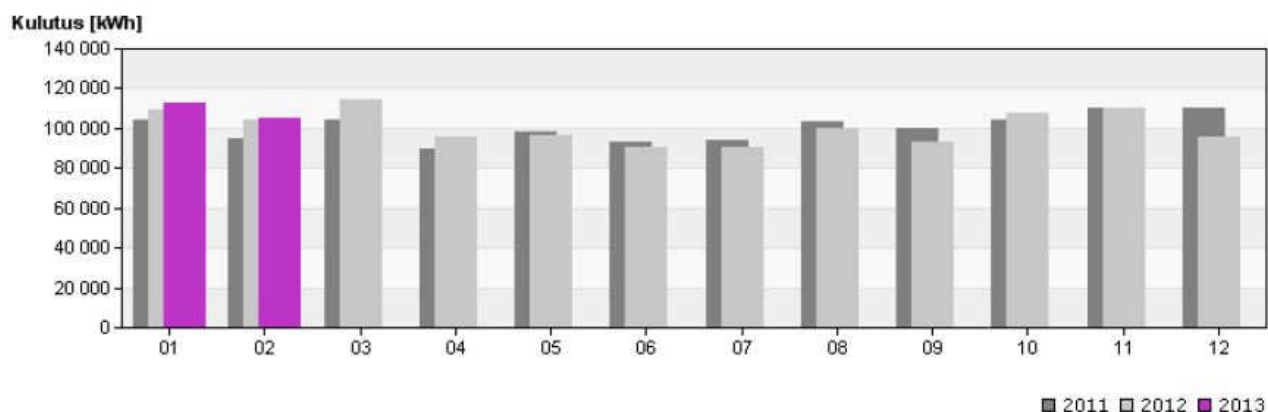
Geologian tutkimuskeskus				
	2012	2011	2010	(2012/2011) %
Kokonaisenergia, kWh/brm ²	252,5	252,5	255,8	0
Lämpöenergia, kWh/brm ²	145,3	145,4	145,9	- 0,1
Sähköenergia, kWh/brm ²	107,2	107,1	109,9	0,1
Bruttoala, brm ²	11 261,2			
	Mitattu	Tavoite	2011	(Mit./Tav.) %
Sähköenergia 2012, MWh	1 208	1 182	1 206	0,1

4.2.1 EnerControl

Energiakolmio Oy on kehittänyt EnerKey-palvelupaketin, jonka yksi osa on EnerControl. EnerControl on raportointipalvelu, jolla voi seurata esimerkiksi kiinteistön sähkökulutusta vuosi-, kuukausi-, viikko- ja päivätasolla. Senaatti-kiinteistöt on ostanut EnerControl palvelun GTK:n kiinteistöön. Etäluettavasta päämittauksesta toimitetaan tiedot myös EnerControl-järjestelmään ja kiinteistössä tapahtuvaa sähkökulutusta voi seurata internetistä. Tässä opinnäytetyössä käytettiin näitä raportteja muun muassa mittauksen suunnitteluun, pohjakuorman ja työkuorman vertaamiseen sekä pohjakuorman suuruuden määrittämiseen.

4.2.2 GTK:n sähkökulutus kuukausittain

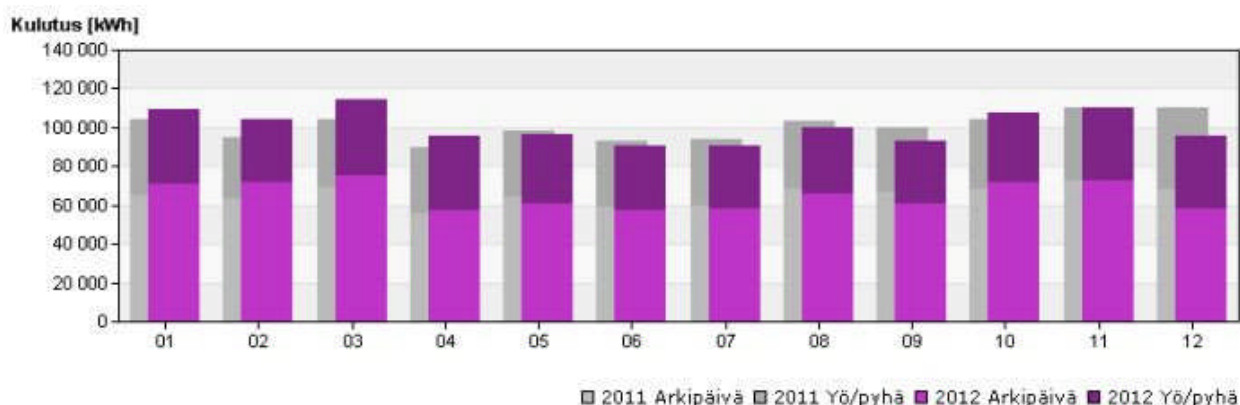
EnerControl-palvelusta saadusta 2011–2013 raportista (kuvio 6.) nähdään kahden edellisen ja kuluvan vuoden toteutuneet kuukausikulutukset. Kaaviosta havaitaan, että alkuvuoden kulutukset ovat nousussa vuosina 2012 ja 2013, kun taas vuoden 2012 loppuosa on laskusuhdanteessa vuoteen 2011 verrattuna. Labtium pienensi toimintaansa vuonna 2012 siten, että kaikki toiminta oli siirretty yhteen kerrokseen elokuun loppuun mennessä.



KUVIO 6. GTK:n sähkönkulutus 2011–2013 (EnerControl, vuosiraportti 2013)

4.2.3 GTK:n sähkönkulutus arkipäivä / yö ja pyhä – jaolla

GTK:n vuokralaisten työrytmi on suurin piirtein maanantaista perjantaihin kello 7-17 välillä. Satunnaisesti yksittäisiä työntekijöitä voi olla iltaisin tai viikonloppuisin töissä, mutta sähkönkulutuksen osalta voidaan tehdä linjaus, että kiinteistössä on pelkästään pohjakuormaa arkena kello 18-7 välillä ja koko viikonlopun. Vuokralaisten työrytmi on liukuva, minkä takia pohjakuorma-aika alkaa vasta kello 18.



KUVIO 7. GTK:n sähkönkulutus 2011–2012 jaksotettuna (EnerControl, vuosiraportti 2012)

EnerControl:sta saadussa raportissa jakauma on, siten että päiväaika on kello 7-22 välillä ja yö 22-7 välillä. Kuviossa 7 yöajan ja sunnuntain kulutus on laskettu yhteen ja näytetty tummemmalla värillä ja päivän kulutus vaaleammalla, vuosi 2011 näkyy harmaana taustalla. Tämä arki/pyhä ja yö - jakauma ei aivan täysin vastaa työ- ja pohjakuorman jaksotusta, mutta antaa käsityksen kulutusten erosta.

TAULUKKO 2. GTK:n 2012 vuosiraportin sähkönkulutus jakauma (EnerControl, vuosiraportti 2012)

Jakauma			Kulutus	
Päivä (07-22)	873 921 kWh	72,4 %	Maksimi	312 kW
Yö (22-07)	333 782 kWh	27,6 %	Kulutuksen keskiarvo	138 kW
Arkipäivä	780 038 kWh	64,6 %	Minimi	68 kW
Yö/pyhä	427 665 kWh	35,4 %		

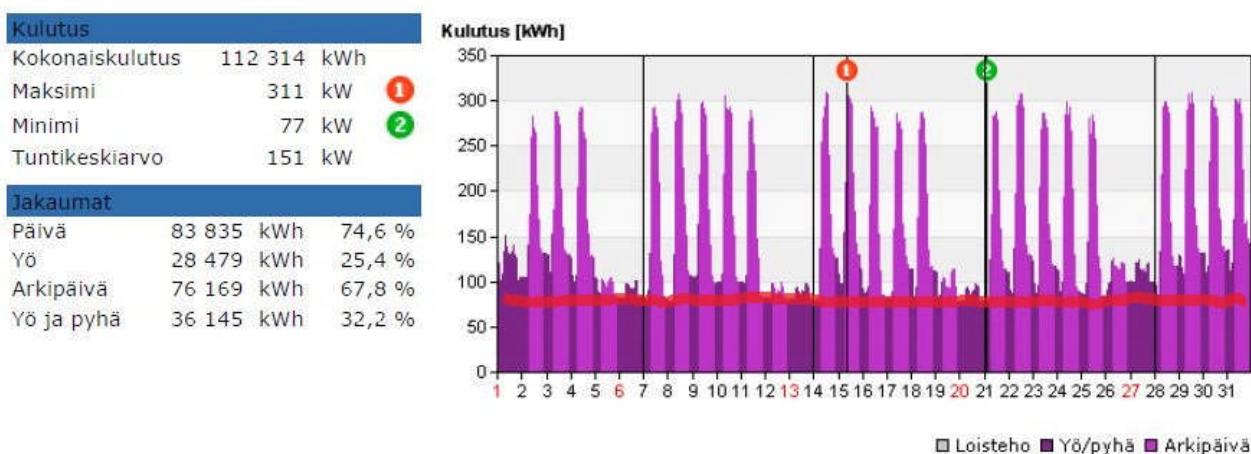
Raportin antamasta taulukosta voidaan nähdä, että sähkönkulutus öisin ja viikonloppuisin on 35,4 % koko vuoden sähkönkulutuksesta (taulukko 2). Tämä osuus voidaan päätellä suoraan pohjakuormaksi, ja koska jakaumassa lauantai- ja sunnuntai on arkea, pystytään työajan ulkopuoliseksi pohjakuorman osuudeksi kokonaiskulutuksesta laskemaan 35–40 %.

Taulukossa 3 on laskettu GTK:n todellisen pohjakuorman osuus kokonaiskulutuksesta. Laskennassa on käytetty taulukon 2 kulutusarvoja. Pohjakuormalle on laskettu keskimääräinen teho yö/pyhä kulutuksesta, joka on jaettu vuoden yö/pyhä tunneilla. Tämä 88 kW:n pohjakuorma esiintyy jatkuvasti kiinteistössä, joten se on kerrottu vuoden tunneilla ja näin on saatu pohjakuormakulutus koko vuodelle. Prosenttiosuus on saatu jakamalla pohjakuormakulutus kokonaiskulutuksella ja näin ollen todellinen pohjakuorman osuus kiinteistön sähkönkulutuksesta on peräti 64 %.

TAULUKKO 3. GTK:n todellinen pohjakuorma vuonna 2012

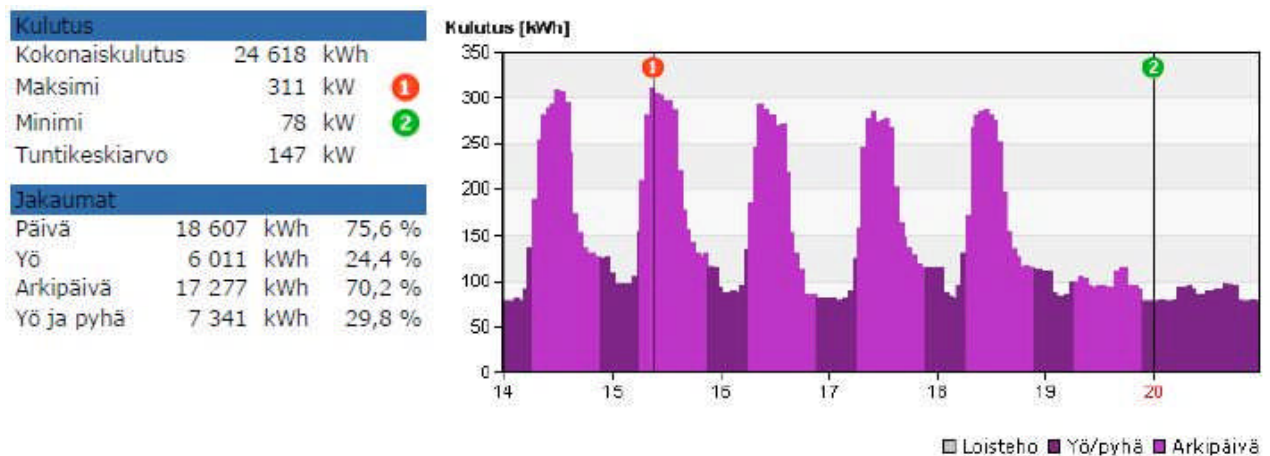
	Arkipäivä (07-22)	Yö/pyhä (22-07, la-su)
Vko, h	75	93
Kulutus, kWh/a	780 038	427 665
Pohjakuorma, kW		88
Pohjakuorma kWh/a		774 679
Pohjakuorma %/a		64,14 %

Edellistä taulukko 3 selventää kuvio 8, johon on piirretty punainen viiva. Sähkönkulutus, joka on punaisen viivan alapuolella, on pohjakuormaa. Pohjakuorman lisäksi tulee työstä johtuva sähkönkulutus, joka näkyy piikkeinä kuviossa.



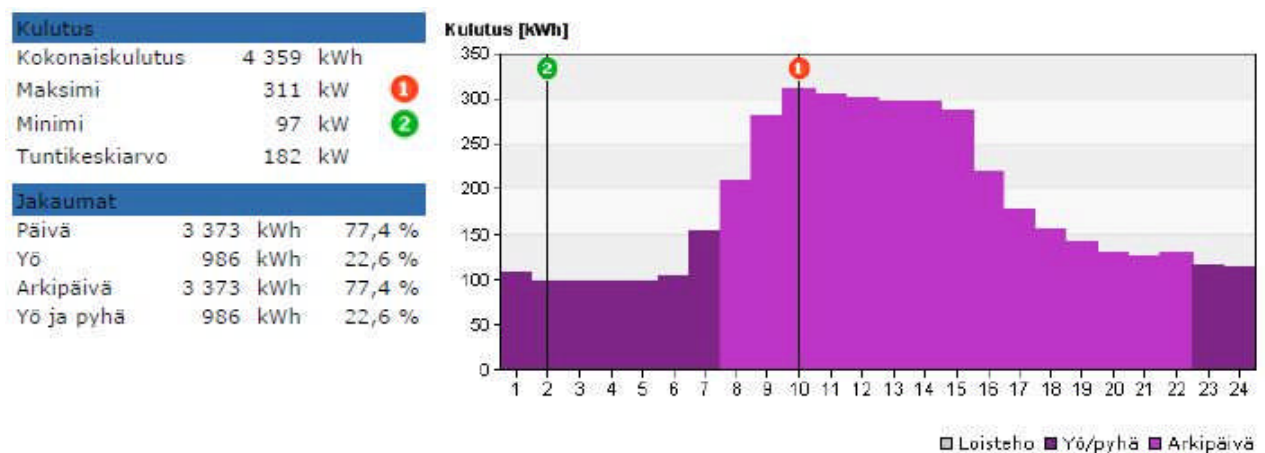
KUVIO 8. GTK:n sähkönkulutus tammikuussa 2013 (EnerControl, kuukausiraportti 2013)

Kuviot 9 ja 10 tarkentavat kuvaa GTK:n sähkönkulutuksesta ja kuvioista voi nähdä miten EnerControlin raportointia voidaan käyttää hyödyksi tutkittaessa sähkönkulutusta.



KUVIO 9. GTK:n sähkönkulutus viikkolla 3 2013 (EnerControl, viikkoraportti 2013)

EnerControl:sta saadulla kuvaajalla pystytään vahvistamaan GTK:n vuokralaisten työaika eli sähkönkulutus lähtee nousemaan kello 7 aikaan aamulla ja kulutus laskee kello 15:sta eteenpäin. Kello 17 jälkeen muuttuva kuorma on lähinnä ilmastointikoneiden kulutusta ja ne sammuvat oman aikaohjelmansa mukaisesti. (Kaavio 10.)



KUVIO 10. GTK:n sähkönkulutus 15.1.2013 (EnerControl, päiväraportti 2013)

4.3 Opinnäytetyön tausta

Senaatti-kiinteistöillä on tavoitteena vähentää kiinteistöjensä energiankulutusta energiatehokkuussopimuksen mukaisesti. GTK:ssa on merkittävän suuri vuotuinen sähkönkulutus 1 200 MWh (taulukko 1). Ainoa tieto pohjakuormasta on EnerControl:n sähkönkulutusraporteista, joista pohjakuorman suuruudeksi voidaan arvioida 35–40 % työajan ulkopuolella (taulukko 2) ja raportin perusteella tehdyllä laskennalla kokonaispohjakuormaksi 64 % (taulukko 3). Tarkempaa selvitystä pohjakuormasta

ei ole aiemmin tehty. Opinnäytetyön lisäksi Schneider Electric tekee GTK:n kiinteistöön energiansäästöhanke. Hanke ei kuitenkaan ole vielä siinä vaiheessa, että sitä voisi hyödyntää tässä opinnäytetyössä. Schneiderin energiansäästöhanke kohdistuu kokonaisvaltaisesti ilmanvaihtoon ja valaistuksen ohjaukseen.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää GTK:n päärakennuksen pohjakuorma ja selvityksen jälkeen, mikäli turhaa sähkönkulutusta havaittiin, pohtia parannusehdotuksia. Parannusehdotukset voisivat olla esimerkiksi käyttäjätottumuksiin vaikuttaminen, laitteiden uusiminen tai niiden ohjausten muuttaminen. Pohjakuorman selvitys toimii myös vertailupohjana, kun energiansäästöhanke on saatu valmiiksi.

5 MITTAUSTEN SUUNNITTELU

Koska kiinteistö on suuri ja päärakennuksessa on monta keskusta, piti mittausten osalta miettiä, miten päärakennuksen pohjakuorman saisi mahdollisimman monipuolisesti ja luotettavasti mitattua. Mittausten lisäksi tuli pohtia miten saataisiin havainnoitua sellainen kulutus, joka ei ole tarpeellista tai sitä voitaisiin pienentää.

5.1 Mittaukset

Päärakennuksen suuri koko, monipuolisuus ja keskusten paljous tuotti haasteen mittaukseen. Lopulta päädyttiin mittaussuunnitelmaan, jossa tehtäisiin kaksi koko päärakennuksen mittauskertaa ja yksi mittauskerta edellisten mittauskertojen perusteella valittuihin keskuksiin. Näiden mittauskertojen lisäksi päärakennuksen pääkeskuksessa olisi seurantamittaus noin viikon ajan.

Aluksi tehtiin kaksi mittauskertaa, joissa kaikki päärakennuksen keskukset tai päärakennuksen pääkeskuksen syöttämät keskukset mitattiin työajan ulkopuolella. Mittauskertojen yhteydessä kierrettiin päärakennus, jolloin nähtiin millaisia laitteita ja prosesseja kulutti sähköä ja havaintojen yhteydessä pohdittiin niiden tarpeellisuutta. Mittaukset tehtiin arki-iltana ja viikonloppuna päivällä, jolloin kuorimituksia voitiin vertailla keskenään, koska molemmat ajat kuuluivat työajan ulkopuoliseen pohjakuorma-aikaan.

Myös kolmas mittauskerta tehtiin työajan ulkopuolella. Mittaukseen valittiin kahden ensimmäisen mittauskerran perusteella yksittäisiä keskuksia, joiden kulutus oli ollut kahdessa aiemmassa mittauksessa poikkeuksellisia, esimerkiksi suuruuden tai vaiheiden vinon kuorimituksen vuoksi.

5.2 Mittauksiin vaikuttavat tekijät

Ennen mittauksia tuli miettiä millaisilla mittareilla mittaukset tulisi tehdä ja mistä tällaiset mittarit saataisiin. Mittareiden valinnan lisäksi täytyi tutustua GTK:n tiloihin ja keskusten rakenteeseen. Tarvittiin myös kulkuavaimet ja –kortit, koska mittaukset suoritettiin kiinteistössä olevan työajan ulkopuolella.

Mittaukset tehtäisiin luonnollisesti jännitteisiin osiin ja tämän vuoksi mittaajan tulisi olla sähköalan ammattilainen, jolla on pätevyys itsenäiseen työskentelyyn. Mittausten tekemiseen tarvittiin näin ollen toinen henkilö, koska itselläni ei ole sähköalan ammattipätevyyttä. Tämän lisäksi tuli huomioida, että mittaukset tehtiin normaalista poikkeavana työaikana.

Mittauksia varten suunniteltiin mittauspöytäkirjat, joihin tulisi tarvittavat tiedot mittauksista ja mittauksiin liittyvistä tekijöistä. Mittauspöytäkirjapohjia tehtiin kaksi, joista toinen oli ensimmäisiä mittauskertoja ja toinen mittauspöytäkirjapohja kolmatta mittauskertaa varten. Mittauspöytäkirjat ovat liitteinä 1, 4 ja 7.

6 MITTAUKSET

Mittaukset tehtiin helmikuussa ja sään puolesta olosuhteet mittauksille olivat lähes samanlaiset jokaisella kerralla. Mittauksissa käytettiin Savonia ammattikorkeakoululta lainattua Fluke 434 II-sarjan energia-analysaattoria sekä ISS:n kiinteistön ylläpitopalvelusta vuokrattuja VIP System 3 energia-analysaattoria ja HT 4022 mittaria. Mittauksista täytettiin käsin mittauspöytäkirjat ja Flukella tallennettiin mittausdataa. Pääkeskuksen seurantamittaus tehtiin VIP energia-analysaattorilla, joka tallensi mittaustuloksia 15 minuutin välein. Enerkeyn päiväraporteissa kulutusarvot ovat mittauksen tunti-keskikulutus lukemia. Flukella ja HT-mittarilla mitattiin keskusten tehoja ja virtoja, HT:lla mitattiin myös yksittäisiä lähtöjä.

Kuvioihin 14 ja 18 on täydennetty kahdesta ensimmäisestä mittauksesta sellaisia mittaustietoja, joita ei välttämättä ole mitattu kummassakin mittauksessa. Nämä mittaustiedot on voitu varmuudella olettaa esiintyneen molemmilla mittauskerroilla ja samansuuruisina, kuten kulutus keskuksessa 5JK1, joka vastaa ATK-salin jäähdytyksestä. Täydennetyt tiedot auttavat mittauskertojen vertailua toisiinsa.

6.1 Viikonlopun pohjakuormamittaus

Ensimmäinen mittauskerta oli 9.2.2013 lauantaipäivänä kello 11.00–14.21 välillä. Päärakennuksessa oli yksi henkilö töissä tuona aikana, mutta muuta poikkeavaa ei kiinteistössä huomattu mittausten aikana. Sää oli puolipilvinen ja ajoittain satoi vähän lunta, pakkasta oli noin -4 °C.

Mittausten aluksi koko päärakennus kierrettiin ja tehtiin havaintoja sähköä kuluttavista laitteista. Rakennuksessa paloi jonkin verran valoja, vaikka niiden alueella ei ollut sellaista toimintaa, joka olisi valaistusta tarvinnut. Labtium Oy:n tiloja kierrettäessä huomattiin joidenkin laitteiden ja monien tietokoneiden sekä näyttöjen olevan käynnissä, GTK:n tiloihin ei tehty samanlaista tarkastelua tietokoneiden osalta. Havaituista kuormista tarkemmin mittaustulosten yhteydessä.

Kierroksen jälkeen aloitettiin keskusten mittaaminen pääkeskustilasta, mahdollisimman moni keskus mitattiin samasta paikasta ajansäästämisen ja käytännöllisyyden takia. Kun pääkeskustilasta oli mitattu kaikki keskuksat, joiden mittaaminen oli mahdollista, kierrettiin päärakennuksessa olevat muut keskuksat. Muutamat keskuksat jätettiin mittaamatta, koska esimerkiksi Labtium tiloissa oleviin keskuskäppeihin ei sopinut GTK:n yleisavain.

6.1.1 Mittaustulokset

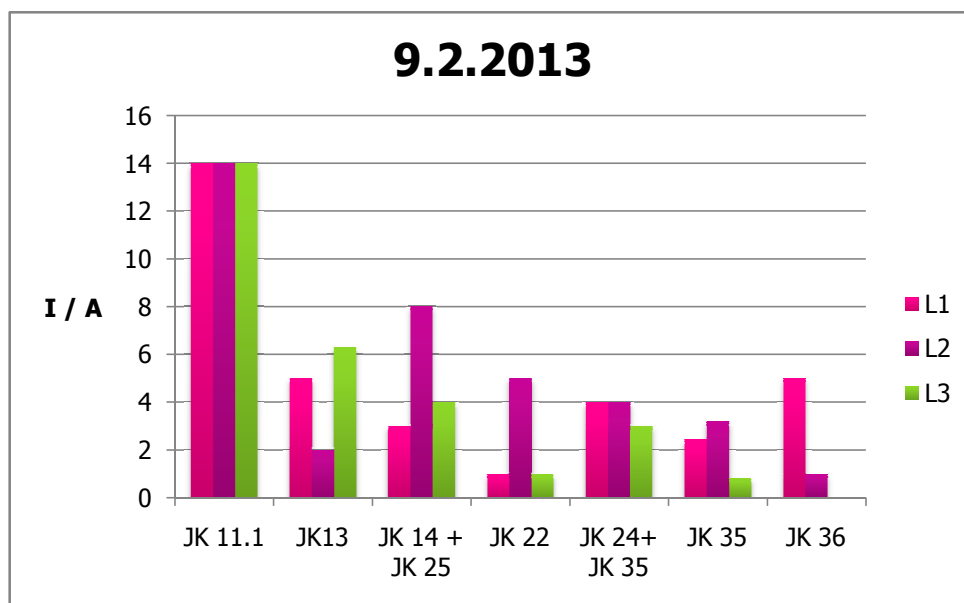
Kaiken kaikkiaan 24 keskusta mitattiin ensimmäisessä mittauksessa. Pieniä ongelmia tuotti virtapihtien paikalleen saanti, mutta tarvittavat mittaukset saatiin kuitenkin tehtyä. Päärakennuksen hetkellinen kulutus taulukossa 4. Enerkeyn päiväraportista (liite 3) katsottuna kokonaiskulutus oli kiinteistössä koko mittauksen ajan 107 kW ja pääkeskuksen erillisestä seurantamittauksesta nähtiin, että

pääkeskuksen teho vaihteli 96–113 kW. Päärakennuksen pääkeskuksen tehonkulutuksen keskiarvoksi saatiin 104 kW.

TAULUKKO 4. Pääkeskuksen hetkelliskulutus 9.2.2013

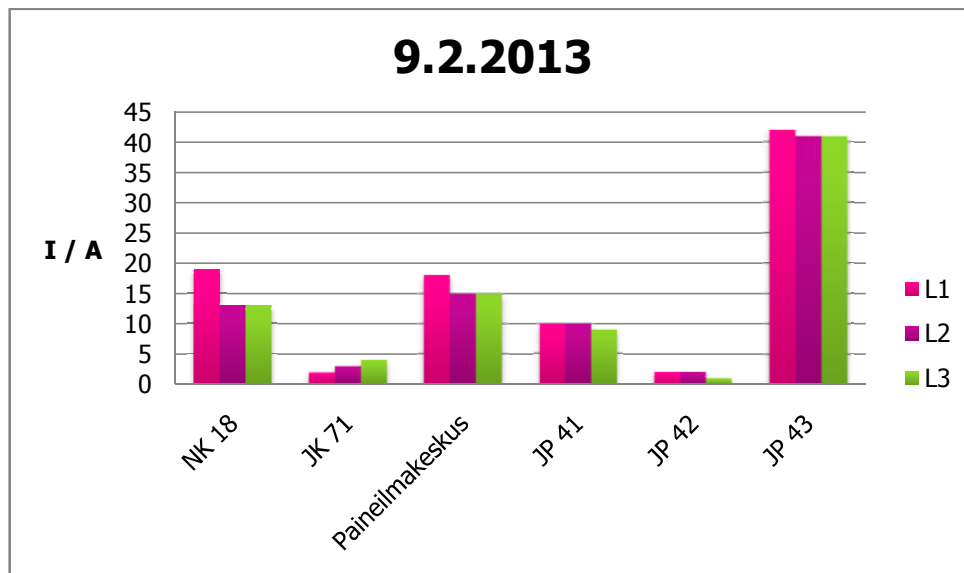
Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.
Pääkeskus	14.15	160	150	143		A
		37	34	33	104	kW

Kuvioista 11 - 14 nähdään miten sähkönkulutus jakaantui päärakennuksen keskusten kesken. Suurimmat kulutukset muodostuivat ilmanvaihdesta, rännilämmityksistä sekä ATK-salin laitetehosta ja jäähdytyksestä.



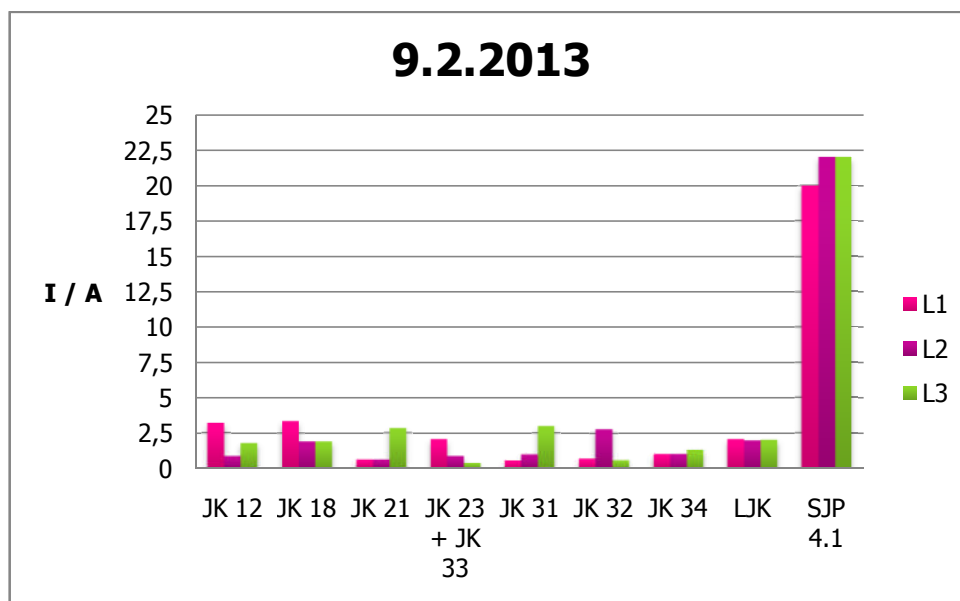
KUVIO 11. Pääkeskuksen syöttämien keskusten mittaustuloksia 9.2.2013

Keskus JK-11.1 syöttää 1. kerroksen suurta ATK-salia. JK-13 keskuksen alueella on kylmiökaappi ja uuni käytössä sekä varastossa paloi loisteputkivaloja. Yhden putken tehoksi arvioitiin 58 W ja putkia oli yhteensä 12 kappaletta, joten valaistuksesta syntyvä turha kuorma oli noin 700 W. Valaistusta ohjattiin painonapeilla. Pääkeskukselta mitattiin keskusten JK-14 ja JK-25 nousu eikä keskuksia mitattu erikseen. Keskuksen JK-25 alueella paloi valoja. JK-22 on Antell-Catering Oy:n tiloja syöttävä keskus. Keittiössä on pakastimia ja kylmiöitä, joista mitattu kuorma koostuu. JK-24 ja JK-35 mitattiin myös yhtenä kulutuksena pääkeskuksen noususta ja JK-35 vielä erikseen. JK-35 alueella oli ATK-serveri, yksi työntekijä töissä ja valoja paloi. Mitatuista arvoista nähdään, että suurin osa noususta mitatusista kuormasta on JK-35:n alueella. Keskuksen JK-36 alueella on ATK-serveri. (Kuvio 11.)



KUVIO 12. Lisää pääkeskuksen syöttämien keskusten mittaustuloksia 9.2.2013

Nousukeskus NK-18 syöttää Labtium Oy:n tilojen keskuksia (kuvio 5). Koska GTK:n yleisavain ei so-
pinut Labtiumin tiloissa oleviin keskuskaappeihin, ei nousukeskuksen kuormaa saatu jaoteltua, mutta
NK-18 kuorma voidaan todeta Labtiumin kulutukseksi. Labtiumin tiloissa oli pakkas-/kylmiöhuone,
polttouuni ja neljä kuivatusuunia käytössä sekä useita tietokoneita käynnissä. Uunit ovat satunnaista
pohjakuormaa eli ne ovat käytössä tarvittaessa ja silloin ne voivat olla pitkiäkin aikoja koko ajan
päällä. JK-71 on autohallin/-korjaamon keskus, josta syötetään vielä kahta muuta keskusta. Viikon-
loppuna näiden keskusten kuormitus on pientä. Paineilmakompressorikeskuksen kuorma on hyvin
vaihteleva. Paineilmakompressorin kokonaiskulutus vaihtelee 7-20 kW alueella. Kuviossa 12 esitetyt
virta-arvot ovat hetkellisarvoja, kun kokonaiskulutus oli noin 7 kW. Keskukset JP-41, JP-42 ja JP-43
ovat päärakennuksen IV-konehuoneiden keskukset, jotka vastaavat lähes koko rakennuksen ilman-
vaihdoista. Viikonloppuisin päärakennuksessa on lähinnä vain Labtiumin tiloissa ilmastointi, jonka
sähkösyöttö on keskuksesta JP-43. (Kuvio 12.)

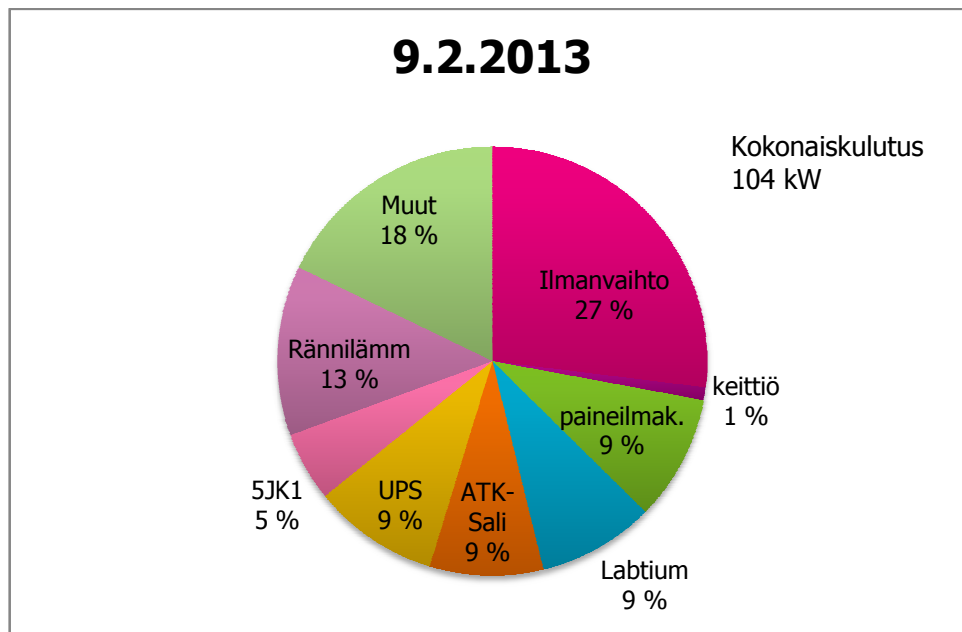


KUVIO 13. Pääkeskuksen 2.osan syöttämien keskusten mittaustuloksia 9.2.2013

Pääkeskuksen 2-osan syöttämistä keskuksista suurimmat kulutukset ovat keskuksessa SJP-4.1, joka syöttää rännilämmityksiä. Rännilämmitykset ovat termostaatilla ohjattu ja päällä olo – asettelu on +3 °C... -5 °C. Muut kulutukset olivat pieniä ja muodostuivat lähinnä turhaan palavista valoista sekä pienten virtojen ja huonon tehokertoimen viittaamista tietokoneiden valmiustilakuormituksesta. Valoja paloi 2. kerroksen aulassa (JK-18), A-osan 2. kerroksen aulan näyttelytilassa ja käytävässä (JK-21 ja JK-23) ja 3.kerroksen A- ja B-osan käytävissä (JK-31 ja JK-33) sekä A- ja D-osan portaikoissa (JK-12 ja JK-15). (Kuvio 13.)

6.1.2 Viikonloppumittauksen yhteenveto

Viikonloppumittauksen tulosten perusteella voidaan sillä hetkellä ollut pohjakuorma jakaa kuvion 14 mukaisiin osiin. Paineilmakompressorin teho on keskiarvo piikkien väliltä (kuvio 16). Ilmanvaihtoon on laskettu kaikki päärakennuksen IV-keskukset. Sarakkeessa "Muut" ovat kaikki GTK:n ryhmäkeskukset, joissa on muun muassa turhaan palaneiden valaistusten kuormitukset.



KUVIO 14. Mittaustulosten jakautuminen 9.2.2013

6.2 Arki-illan pohjakuormamittaus

Seuraava mittaus tehtiin tiistai-iltana 12.2.2013. Mittaukset aloitettiin 17.11, jolloin päärakennuksessa ja autohallissa oli vielä muutama työntekijä. Mittaukset aloitettiin kivisahaamolta ja autohalli/-korjaamolta. Päärakennuksessa ei ollut enää toimintaa, kun sinne siirryttiin mittaamaan. Sää oli samanlainen kuin ensimmäisellä mittauskerralla, vähäistä lumisadetta ja pakkasta oli -4 °C. IV-keskukset, poislukien JP-71, mitattiin vasta kello 19 jälkeen, koska niiden viimeisetkin aikaohjelmat päättyivät silloin (liite 8).

Tässä mittauksessa mitattiin 32 keskusta, joista osaa ei mitattu ensimmäisellä mittauskerralla, muun muassa Labtiumin alueen kaikki keskukset. Vastavuoroisesti kaikkia ensimmäisessä mittauksessa mitattuja keskuksia ei mitattu uudestaan, koska sitä ei koettu tarpeelliseksi.

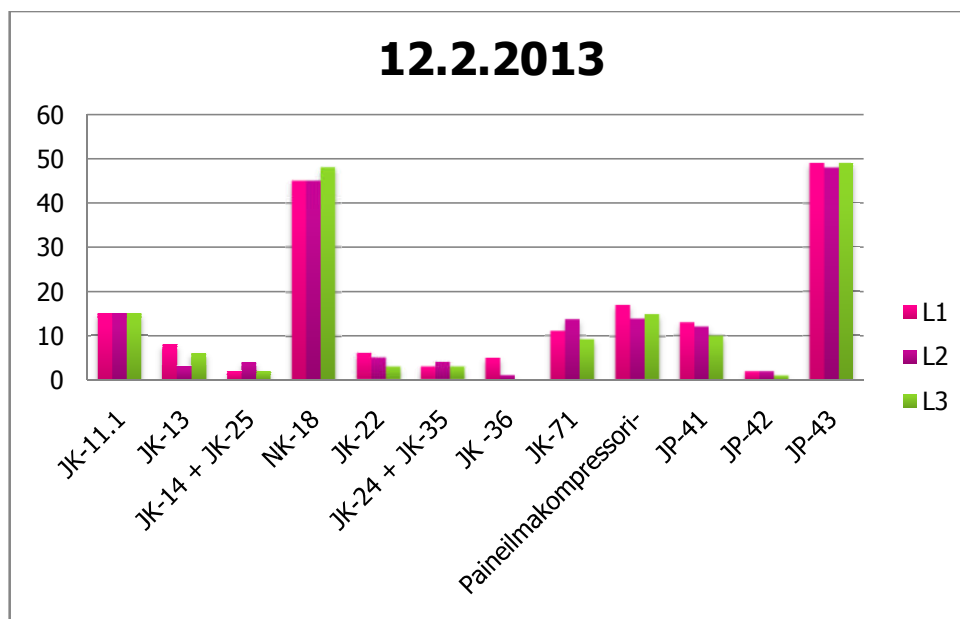
6.2.1 Mittaustulokset

Päärakennuksen hetkellinen kulutus (taulukko 5) on hieman suurempi kuin lauantain mittauksessa. Pääkeskuksesta otettiin kaksi hetkellismittausta, koska mittauksen aloitushetkellä oli vielä jonkin verran sellaista kuormaa, jota ei lasketa pohjakuormaksi, kuten keskuksen JP-71 kulutus. EnerKeyn päiväraportin mukaan kiinteistön kulutus oli mittauksen alussa 162 kW ja lopussa 133 kW (liite 6). Pääkeskuksen seurantamittauksessa kulutus vaihteli mittauksen aikana 120–180 kW ja keskiarvo oli 144 kW.

TAULUKKO 5. Pääkeskuksen hetkelliskulutus 12.2.2013

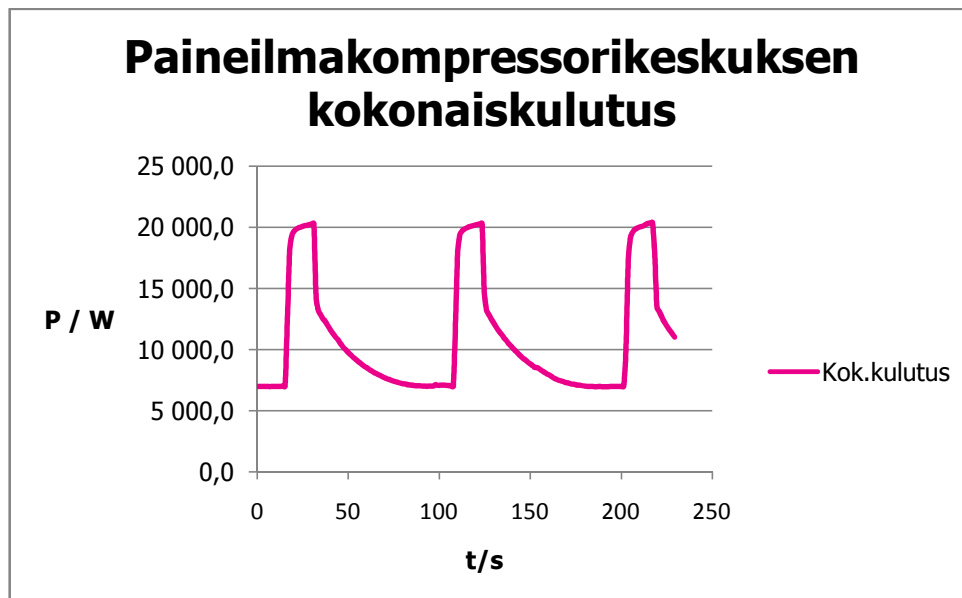
Keskus	Klo	L1	L2	L3	Yht.	yks.
PK	17.14				147	kW
	20.59	215	206	189		A
		50	48	44	141	kW

Kuvioiden 15 – 18 perusteella, toisella mittaukskerralla suurimmat kulutukset johtuivat Labtiumin, ilmanvaihdon, rännilämmitysten ja ATK-salin tehonkulutuksesta.



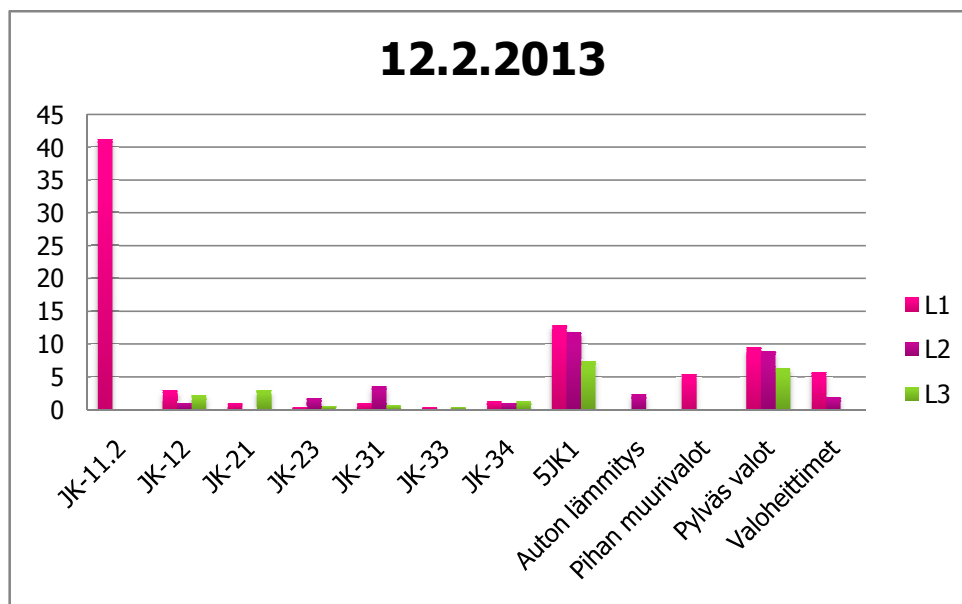
KUVIO 15. Pääkeskuksen syöttämien keskusten mittaustuloksia 12.2.2013

Toisessa mittauksessa Labtiumin sähkönkulutus on noin kolminkertainen verrattuna ensimmäiseen mittaukseen. Labtiumin tiloissa oli poltto- ja lämpöuuneja yhteensä 6 kappaletta käytössä mittauksen aikana. Muiden GTK:n keskusten kulutukset eivät merkittävästi eronneet viikonlopun pohjakuormasta. GTK:n tiloissa paloi valoja ja Labtiumin tiloissa tietokoneita oli käynnissä. Valaistusta paloi JK-25:n ja JK-35:n alueella. (Kuvio 15.)



KUVIO 16. Paineilmakompressorikeskuksen kulutuskäyrä

Paineilmakompressorikeskuksen kulutuksesta tallennettiin Fluken 434 analysaattorilla mittausdataa noin kolmen minuutin ajan. Käyrästä (kuvio 16) voidaan nähdä tehopiikit, joita laite ottaa noin minuutin välein. Käyrän muoto viittaa häviöihin paineilmajärjestelmässä. Labtiumin tiloissa käytessä havaittiin, että paineilmaputkien venttiilit ovat auki eli letkuissa on paineet. Tämä voi olla yksi syy suureen kulutukseen. Lisäksi turvallisuussyistä paineilmaputkien venttiilit tulisi sulkea, kun paineilmaa ei enää tarvita.



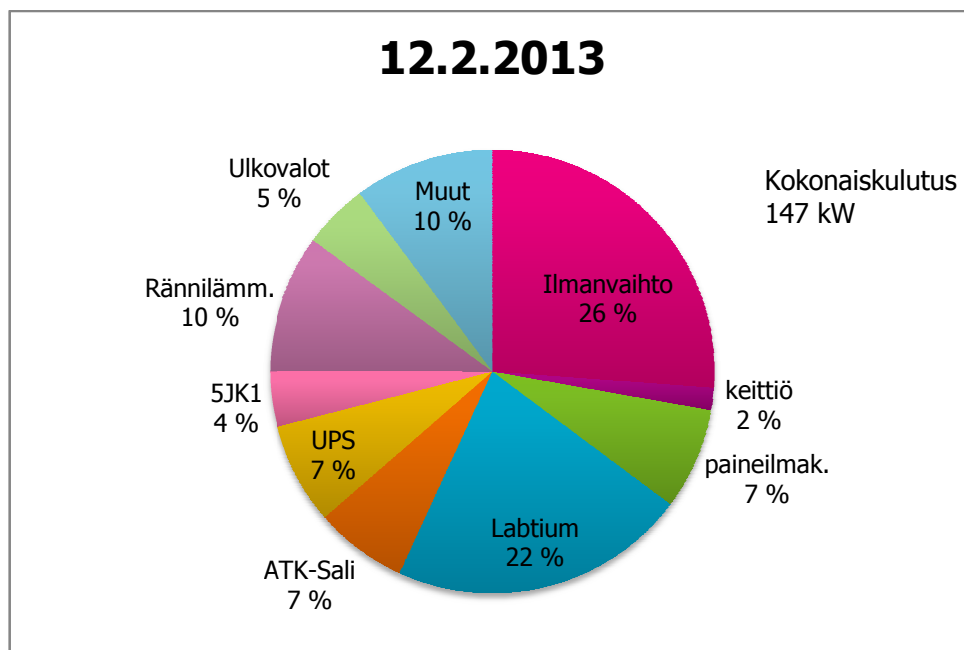
KUVIO 17. Pääkeskuksen 2.osan syöttämien keskusten mittaustuloksia 12.2.2013

JK-11.2 keskus syöttää päärakennuksen laitteita, jotka tarvitsevat UPS-varmistuksen. Keskus 5JK1 vastaa 1. kerroksen ATK-salin jäähdytyksestä. Tässä mittauksessa saatiin ulkovalaistuksen aiheuttama pohjakuorma mitattua, koska mittaushetkellä oli jo niin pimeää, että valot oli ohjattu päälle.

Ulkovaloja ohjataan hämäräkytkimellä ja valojen kytkentäraja on 150 lux. Valoja paloi 1. kerroksen B-käytävässä ja porraskäytävässä (JK-12), 2. kerroksen A-käytävässä ja B-käytävän arkistossa (JK-23 ja JK-21) sekä 3. kerroksen B-käytävässä ja vessassa (JK-31). (Kuvio 17.)

6.2.2 Arki-iltamittauksen lopputulos

Arki-iltakulutuksen jakautuminen on hieman erilainen kuin lauantain. Tämä johtuu esimerkiksi Labtiumin kohonneesta kulutuksesta ja ulkovalaistuksen osuudesta. Tässä mittauksessa mitattiin myös osittain eri keskuksia kuin ensimmäisessä mittauksessa. (Kuvio 18.)



KUVIO 18. Mittausten jakautuminen 12.2.2013

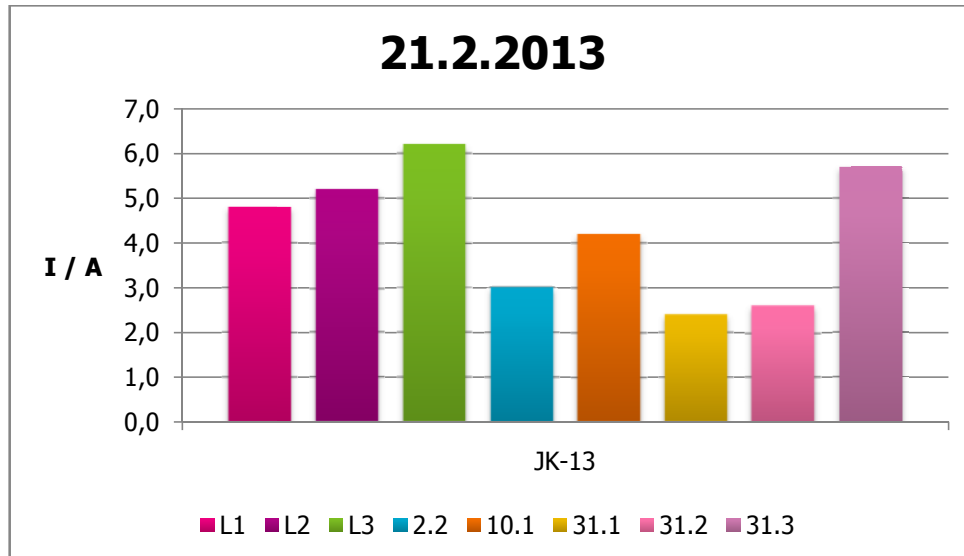
6.3 Tarkentavat mittaukset

Kolmas mittauskerta tehtiin torstaina 21.2.2013 illalla. Mittaukseen valittiin kahden edellisen mittauskerran perusteella sellaisia keskuksia, joiden kulutuksessa oli jotain poikkeavaa. Oletuksena oli, että keskuksista mitattaisiin kaikki lähdöt, mutta tämä ei ollut mahdollista keskusten rakenteen vuoksi. Keskuksista kuitenkin mitattiin ne lähdöt, joissa epäiltiin kuorman olevan ja jotka saatiin mitattua.

Ensimmäisten mittausten perusteella päätettiin kolmannessa mittauksessa mitata keskuksat JK-13, JK-14, JK-24, JK-25, JK-35, JK-36 ja JK-26 Labtiumin keskuksista. Keskusten vaihevirratt olivat edellisissä mittauksissa olleet hieman suuremmat kuin muissa keskuksissa.

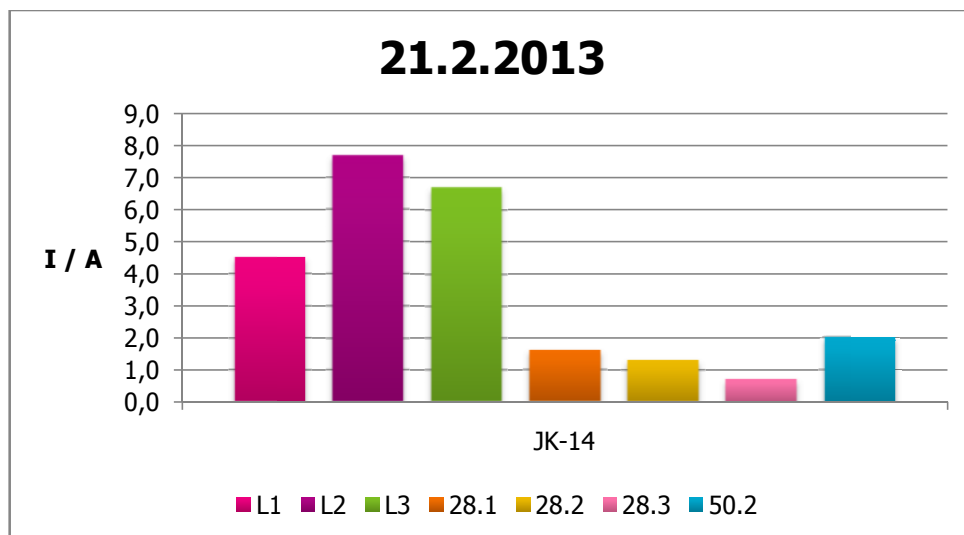
6.3.1 Mittaustulokset

Kahdesta keskuksesta saatiin mitattua yksittäisiä lähtöjä, siten että kulutusta saatiin myös profiloitua. Vaihevirrat L1, L2 ja L3 ovat keskuksen kokonaisvirrat ja ryhmäkohtaiset virrat ovat muotoa ”ryhmänumero.vaihenumero”.



KUVIO 19. Ryhmäkeskuksen JK-13 kulutuksen jakautuminen 21.2.2013

Lähtö 2.2 on varaston valaistuslähtö, jossa paloivat valot mittauksen aikana. Muut lähdöt ovat kylmiöiden syöttöjä, jotka olivat käytössä. (Kuvio 19.)



KUVIO 20. Ryhmäkeskuksen JK-14 kulutuksen jakautuminen 21.2.2013

Mittaushetkellä ryhmäkeskuksen alueella portaikossa ja aulassa paloivat valot ja näiden ottamat virrat ovat lähdöissä 28.1, 28.2 ja 28.3. Lähtö 50.2 on tavaranoisturin lämmitin. (Kuvio 20.)

Lopuista keskuksista ei saatu mitattua kuin päävirrat ja muutamia yksittäisiä lähtöjä. Virtapihtimittarilla ei saatu mitattuja sellaisia lähtöjä, joissa olisi ollut kuormaa. Virtapihdit eivät mahtuneet keskukseseen ilman, että keskuksen johdotuksia olisi joutunut purkamaan. Keskuksen JK-25 mitatut päävirrat olivat niin pienet, että tarkemmalle mittaukselle ei nähty tarvetta. Liitteenä 7 on mittauspöytäkirja viiden keskuksen mittaustuloksista.

6.4 Yhteenveto mittauksista

Mittauksissa ei saatu kuin hetkelliset teholumemat, mutta Enerkeyn päiväraportteihin ja pääkeskuksen seurantamittaukseen verratessa hetkellisiä kulutuksia, voidaan olettaa hetkellisarvojen edustavan riittävän totuudenmukaisesti todellista kulutusta.

Kahden ensimmäisen mittauksen perusteella voidaan vahvistaa päätelmä, joka tehtiin EnerControl raporteista, että työajan ulkopuoliseen pohjakuormaan kuuluu, sekä arki-illan ja yön, että viikonloppun sähkönkulutus. Nämä mittaukset onnistuivat suunnitelmien mukaan ja niistä saatiin hyvin tuloksia. Kolmas mittaus ei onnistunut suunnitellulla tarkkuudella, mutta loppupäätelmien kannalta tällä ei ollut kovin suurta merkitystä.

Kierroksilla havaituista kuormista voidaan turhiksi päätellä kaikki käynnissä olleet tietokoneet ja palaneet valot, jotka yleensä paloivat samoilla alueilla. Päärakennuksen valaistuksesta osa on VAK-ohjauksen takana, mutta päällä olleita valaistuksia ohjattiin painonapeilla tai kytkimillä. Tietokoneita ei tarvitsisi pitää käynnissä. Joskus yksittäisten tietokoneiden täytyy olla käynnissä jonkin prosessin ajan myös työajan ulkopuolella, mutta suurin osa tietokoneista oli turhaa kuormaa.

7 PARANNUSEHDOTUKSET

Mittausten perusteella kiinteistössä on turhaa pohjakuormaa jonkin verran. Osaan kulutuksesta pysyy vaikuttamaan käyttäjätottumuksilla ja osaan laite- tai ohjausmuutoksilla. Käyttäjätottumuksiin vaikuttaminen voi olla haastavampaa kuin laitteiden uusiminen, mutta se ei vaatisi muutostuksumuksia. Käyttäjätottumusten muuttaminen vaatii yleensä työntekijöiden motivoimista ja kannustamista muutokseen. Varsinkin isossa kiinteistössä viimeinen sammuttaa valot –käytäntö toimii harvoin tehokkaasti, etenkin yhteisissä tiloissa (esimerkiksi aulat, portaikot ja vessat). Sama ongelma on sammuttaa yhteisessä käytössä olevat tietokoneet, näytöt ja kopiokoneet työajan jälkeen.

7.1 Käyttäjätottumusten muuttaminen ja niiden vaikutus pohjakuormaan

Tehdyissä mittauksissa ja kierroksissa huomattiin, että kiinteistössä on monia tietokoneita ja kopiokoneita vähintään lepotilassa niin ilta-aikaan kuin viikonloppunakin. Esimerkiksi ryhmäkeskuksesta JK-34 (12.2.2013) mitatut pienet vaihevirratt ja huonot tehokertoimet viittaavat tietokoneiden ja näyttöjen olevan lepotilassa. Koska ohjelmistopäivityksien ajamisesta tulee ilmoitus käyttäjille etukäteen, ei ole tarvetta jättää tietokoneita käyntiin työajan ulkopuolella jatkuvasti. Myös Senaatti-kiinteistöt opastavat omissa tiedotuksissaan sammuttamaan tietokoneen sekä näytön yöksi ja viikonlopuksi.

Mittasin oman työtietokoneeni ja näytön tehoarvoja, että saataisiin käsitys tietokoneiden ja näyttöjen kulutuksista ja niiden aiheuttamista kustannuksista (taulukko 6). Tehoarvot ovat suuntaa antavia ja kustannukset yhtä konetta ja näyttöä kohti on laskettu GTK:n 2009 sähkölaskusta. Laskussa annettiin sähkön hinnan keskiarvoksi 5,18 snt/kWh, jossa on huomioitu myös siirtomaksu ja sähkövero. Tätä yksikköhintaa on käytetty kaikissa arvioiduissa kustannuksissa.

TAULUKKO 6. Tietokoneen ja näytön vuotuiset kulutukset ja kustannukset

Tietokone	Teho / W	Arkiyö, kWh/a	Vkl, kWh/a	Yht. kWh/a	Kustannus €/a
Kevyt käyttö	140	349,44	436,8	786,24	40,73
Päällä	110	274,56	343,2	617,76	32,00
Lepotila	4	9,984	12,48	22,464	1,16

Näyttö	Teho /W	Arkiyö, kWh/a	Vkl, kWh/a	Yht. kWh/a	Kustannus €/a
Kevyt käyttö	43	107,328	134,16	241,49	12,51
Näytönsäästäjä-tila	37	92,352	115,44	207,79	10,76
Päällä ilman signaalia	1	2,496	3,12	5,616	0,29

Kovinkaan merkittävä kulutus ja kustannus ei yksittäisestä tietokoneesta ja näytöstä synny. Kuitenkin GTK:n kaltaisessa isossa kiinteistössä voi turhia laitteita olla käynnissä useita kymmeniä tai jopa sata ja näin voivat kustannukset nousta huomattavasti. Lisäksi tulee huomioida, että tämä on täysin turhaa kulutusta, jonka pienentämiseen ei tarvita lisäinvestointeja yhtään.

Toinen käyttäjätottumuksista aiheutuva turha kulutus on työajan ulkopuolella palavat valot, mutta koska isossa kiinteistössä tähän vaikuttaminen on vaikeaa käyttäjätottumuksia muuttamalla, joten tarvitaan muita keinoja turhan kulutuksen karsimiseen. Muista karsimiskeinoista seuraavassa luvussa.

7.2 Pohjakuorman pienentäminen laitteiden ohjauksilla

Valaistuksen ohjauksen ja ilmanvaihdon parantamiseksi on tulossa Schneiderin energiansäästöhanke, joten näiden parannusehdotuksiin ei tässä opinnäytetyössä ole kuin pintapuolisesti perehdytty. Yleisesti ilmastoinnin tehostamisella voidaan säästää 10 – 30 % ilmastointiin kuluva sähköstä ja toimivalla valaistuksen ohjauksella saadaan poistettua turhaan palaneiden valojen aiheuttama pohjakuorma lähes kokonaan. Taulukossa 7 on laskettu kahdella mittauskerralla palaneen varaston valaistusryhmän työajan ulkopuolisen pohjakuorman kulutus ja kustannus, mikäli valot palaisivat aina.

TAULUKKO 7. Varaston valaistuksen pohjakuorman vuotuinen kulutus ja kustannus

Varaston valaistus (12x58W)	Teho / W	Arkiyö, kWh/a	Vkl, kWh/a	Yht. kWh/a
Kulutus	696	1 737	2 172	3 909
		Arkiyö, €/v	Vkl, €/v	Yht. €/v
Kustannus		89,99	112,48	202,47

Keskus SJP4.1 vastaa päärakennuksen rännilämmityksistä. Rännilämmitykset ovat termostaattilla ohjattuja ja ne ohjataan päälle +3 °C...-5 °C lämpötila-alueella. Rännilämmitys on turhaa kuormaa, mikäli ränneissä ei ole lunta tai jäätä ja termostaatti ohjaa lämmitykset päälle. Maa- ja kattoalueiden sulanapitoon on kehitetty älykäs ohjaus, joka ottaa lämpötilaohjauksen lisäksi huomioon kosteuden. Esimerkiksi lämmitysjärjestelmiin erikoistuneet Devi ja Raychem tarjoavat omissa tuotteissaan sulanapitojärjestelmiä, joissa on lämpötila- ja kosteusohjaus. Devin kehittämässä järjestelmässä on Devireg™ 850 keskusyksikkö ja maa- sekä kattoantureita, jotka mittaavat sekä lämpötilaa että kosteutta. Raychemin versiossa on ohjausyksikkö sekä erikseen lämpötila- ja kosteuanturit.

TAULUKKO 8. Rännilämmityksen arvioitu joutokäynti helmikuussa 2013

Rännilämmitys	Teho / kW	Vrk / h	Vrk	Yht. kWh	Kustannus €
Päällä	14,70	24	8	2 822,40	146,20

Turhan rännilämmityksen kulutuksen ja kustannuksen (taulukko 8) arvioimiseksi laskettiin helmikuun 2013 kaikki sellaiset päivät, kun ylin ja alin lämpötila on +3 °C...-5 °C välillä eikä lunta ole satanut yhtään (AccuWeather, 2013). Oletetaan, että rännilämmitykset ovat olleet koko vuorokauden (24 tuntia) päällä ja rännit ovat olleet kuivat. Rännilämmitysten tehoksi mitattiin 14,7 kW 9.2.2013 (liite 2).

Mikäli rännilämmitykset tullaan uusimaan, tulee antureita asentaa riittävästi. Näin varmistetaan, että sulatukset toimivat asianmukaisella tavalla. Jos yksittäinen anturi vastaa liian isosta sulatusalueesta, saattaa ränneihin jäädä lunta ja jäätä, kun anturi ohjaa sulatuksen pois päältä.

7.3 Muita parannusehdotuksia

ATK-salin sähkönkulutus koostuu laitteiden vaatimasta tehosta ja laittilan jäähdyttämiseen tarvittavasta tehosta. Kun laitteen vaatiman tehon kertoo kertoimella 1,6, saadaan laitteen aiheuttama kokonaiskulutus, jossa huomioidaan jäähdytyskin. Liitteestä 5 nähdään, että ATK-salin keskuksen teho on 10 kW ja jäähdytyskoneen teho 6 kW. Tämä kerroin toimii myös energiansäästössä, jos laittehoa saadaan pienennettyä 1 kW, vähenee jäädystarve 0,6 kW ja kokonaissäästö on 1,6 kW. Tämä tulisi huomioida uusittaessa ATK-salin laitteita.

Paineilmajärjestelmää voi olla vaikea saada täysin tiiviiksi ja pienet vuodot aiheuttavat paineilma-kompressorin jatkuvan käymisen. Osassa Labtiumin tiloista paineilmaputkien venttiileitä ei suljeta, vaan paineilma on letkuissa koko ajan. Liitokset voivat vuotaa tai pahimmassa tapauksessa letkun irtoaminen tai rikkoutuminen aiheuttaa suuren vuodon ja tästä johtuen paineilmakompressorin pyörii täydellä teholla mahdolliseen rikkoutumiseen asti. Paineilmaputkien venttiilit tulisi aina sulkea käytön jälkeen ja mahdollisuuksien mukaan paineilmakompressorin voitaisiin sammuttaa yön tai viikonlopun ajaksi. Labtiumin mukaan paineilmakompressorin voisi sammuttaa ainakin viikonlopuiksi, mikäli aikaohjauksen voi ohittaa kytkimellä. Nykyinen paineilmakompressorin tullaan vaihtamaan uuteen, jonka kulutusta ei ole vielä tiedossa. Taulukossa 9 on laskettu paineilmakompressorikeskuksen kulutus ja kustannukset nykyisen koneen pienimmällä mitatulla hetkellisteholla (kuvio 16).

TAULUKKO 9. Paineilmakompressorikeskuksen vuotuiset kulutukset ja kustannukset

Paineilmakompressorikeskus	Teho / kW	Arkiyö, kWh/a	Vkl, kWh/a	Yht. kWh/a
Kulutus	7	17 472	21 840	39 312
		Arkiyö, €/a	Vkl, €/a	Yht. €/a
Kustannus		905,03	1 131,29	2 036,32

Myös autohallissa (rakennus 7) olevaan paineilmakompressorin voisi lisätä aikaohjauksen, jos päärakennuksen paineilmakompressorin ohjausta muutetaan. Aikaohjauksen ohituskytkimellä paineilmakompressorin saisi käynnistettyä myös työajan ulkopuolella, jos sille on tarvetta.

Kun autonlämmitystolppia jossain vaiheessa uusitaan, tulee miettiä ohjausratkaisu, joka toimii energiaa ja auton lohkolämmitintä säästävästi. Esimerkiksi GARO Finland Oy:n autonlämmityspistorasioissa on sekä kello-ohjaus että ulkolämpötilamittaus, jotka ohjaavat pistorasian toimintaa lämmitystarpeen mukaan. Tämä myös mahdollistaisi työntekijöiden itse ajastaa milloin auton tulisi olla lämmitetty ja näin vältettäisiin autojen turha lämmitys.

Tällä hetkellä autonlämmitystolppia ohjataan termostaatilla, joka ohjaa välillä +5 ... -20 °C lämmityksen päälle 30 % ajanjaksosta ja alle -20 °C lämpötilassa lämmitys on jatkuvasti päällä. Lämmitystä ohjataan kiinteistövalvontajärjestelmästä käsin ja ajanjakson pituus on 20 minuuttia. Lämmitystolppia on 46 kappaletta, joista neljässä tolpassa on neljä pistorasiaa ja lopuissa kaksi, tämä tarkoittaa 100 autolle lämmitettyä autopaikkaa. Taulukossa 10 on laskettu sähkönkulutus arviosäästö jos autonlämmitystä ohjataan munakelloilla eikä termostaatilla. Säästö on laskettu sadan auton mukaan.

TAULUKKO 10. Autonlämmityksen sähkönkulutus vuorokaudelta

Autonlämmitys	Teho / kW	Lämmitysaika / h	+5...-20 °C, kWh / vrk	> -20 °C, kWh/vrk
Termostaattiohjaus	0,5	8	1,2	4
Kello-ohjaus	0,5	2	1	1
Säästö yht.			20	300

Autotalli/-korjaamossa (rakennus 7) voisi ilmanlaadun ja käyttäjämukavuuden parantamiseksi poistopuhaltimen 8PF02 virtakytkimen lisäksi asentaa ajastimen ja mahdollisesti kosteusanturin. Poistopuhallinta ohjataan autotallin (tila 001) seinässä olevalla 0-1-kytkimellä ja käytännössä ensimmäinen työntekijä käynnistää puhaltimen ja viimeinen sammuttaa sen. Autotalliin saatetaan tuoda lumisia tai jäisiä autoja ja moottorikelkkoja iltaisin. Tällöin olisi tarvetta myös ilmanvaihdolle työajan jälkeen. Mikäli kytkimen lisäksi olisi mahdollisuus ajastaa poistopuhallin käymään töiden jälkeen esimerkiksi 2 - 4 tunniksi, saataisiin osa sulamisesta aiheutuvasta kosteudesta poistettua tilasta. Jos tilaan asennetaan myös kosteusanturi, ohjaisi anturi puhaltimen sammumaan vasta kun kosteustaso on tarpeeksi pudonnut.

Tehtyjä parannusehdotuksia voidaan vertailla seuraavanlaisesti. Turhaan helmikuussa päällä olleiden rännilämmityksien sähkönkulutus vastaa kerrostalokolmion sähkönkulutusta vuodessa ja varaston turhaan palava valaistus puolitoista kertaista kulutusta. Paineilmakompressorin käyminen työajan ulkopuolella vastaa puolentoista sähkölämmitteisen omakotitalon vuosikulutusta. (Vattenfall, 2013.)

8 YHTEENVETO

Opinnäytetyön aihe oli mielenkiintoinen ja haastava, koska päärakennus on kooltaan suuri ja keskuksia on paljon. Haastavinta oli keksiä toimiva mittautustapa, jolla saataisiin mitattua mahdollisimman todenmukainen ja jaoteltu pohjakuorma suhteellisen tiukalla aikataululla. Mittaustulosten käsittely ja kustannusten arviointi oli helppoa kattavien taustatietojen ansiosta.

GTK:n pohjakuorman selvitystä voidaan käyttää työkaluna pyrkiessä Senaatti-kiinteistöjen energiansäästötavoitteeseen, johon he ovat sitoutuneet kirjoittaessaan energiatehokkuussopimuksen. Toisaiseksi sähköenergiankulutusta Kuopion GTK:ssa ei ole onnistuttu merkittävästi vähentämään vuodesta 2010.

Parannusehdotuksista karsittiin pois Schneider Electricin energiansäästöhankeeseen kuuluvat osat alueet. Tosin yksittäiselle valaistukselle laskettiin vuosittainen arviokustannus, jotta saataisiin käsitys millaisen kustannuksen turhaan palava valaistus aiheuttaa. Muut parannusehdotukset kohdistuvat lähinnä suuriin kulutuksiin, joita huomattiin mittausten aikana. Parannusehdotukset ovat laitteiden ohjausmuutoksia ja käyttäjätottumuksiin vaikuttaminen.

Opinnäytetyössä esitetyt parannusehdotukset koskevat lähinnä työajan ulkopuolisen pohjakuorman pienentämistä. Todellisuudessa kiinteistöissä on tietty pohjakuorma koko ajan ja siihen pystytään parhaiten vaikuttamaan kiinteistöautomaatiikalla kuten ilmastoinnin tarpeenmukainen käynti. Mikäli todellista pohjakuormaa pystytään pienentämään, siitä kertyvät säästöt ovat merkittäviä.

Helpoiten energiatehokkuuteen voidaan vaikuttaa hankintavaiheessa, mutta myös jo käytössä olevien laitteiden energiankulutusta pystytään tehostamaan. Laitteiden ja järjestelmien hankinnassa jo tarjouskilpailuksessa tulisi huomioida energiatehokkuus, esimerkiksi vaatimalla itse tarjouspyynnössä tiettyä energialuokkaa hankittavalta laitteelta. Nykyisten laitteiden energiatehokkuutta taas voidaan parantaa toimivilla ohjauksilla sekä käyttäjätottumuksia muuttamalla. Myös laitteiden toimiva huolto ja kunnossapito pitävät yllä energiatehokkuutta.

Yleistettynä lähes kaikki energiansäästötoimet tulee laskea pitkällä tähtäimellä. Yleensä vähemmän energiaa kuluttavien järjestelmien hankintakustannukset ovat korkeammat, mutta pidemmällä tarkastelulla ne tulevat edullisemmaksi kuin hankintahetkellä edullisempi vaihtoehto. Energiatehokkuutta tulee myös ajatella ympäristön kannalta. Energian loppukulutuksen pienentyessä vähenee myös energiantuotannon tarve ja tämä vähentää ympäristön kuormitusta.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

Suomen virallinen tilasto (SVT): Energian hankinta ja kulutus [verkkojulkaisu]. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 17.2.2013]. Saatavissa: <http://www.stat.fi/til/ehk/tup.html>

Motiva: Sähkön hankinta ja kulutus [verkkodokumentti]. Helsinki: Motiva [viitattu 02.02.2013]. Saatavissa: http://www.motiva.fi/taustatietoa/energian kaytto_suomessa/sahkon_hankinta_ja_kulutus

Motiva: Energiatehokkuussopimukset [verkkodokumentti]. Helsinki: Motiva [viitattu 02.02.2013]. Saatavissa: <http://www.energiatehokkuussopimukset.fi/fi/>

Senaatti-kiinteistöt: Yhteiskuntavastuuraaportti 2011 [viitattu 03.02.2013]. Saatavissa: <http://yhteiskuntavastuuraaportti2011.senaatti.fi/>

EnerKey: Palvelut [verkkodokumentti]. Jyväskylä: Energiakolmio Oy [viitattu 03.02.2013]. Saatavissa: <http://www2.enerkey.com/fi/palvelut.html>

Geologian tutkimuskeskus: Kuvaus Geologian tutkimuskeskuksen työstä [verkkosivut]. [viitattu 03.02.2013]. Saatavissa: <http://www.gtk.fi/>

Senaatti-kiinteistöt: Itä-Suomen kiinteistöjen ominaiskulutusraportti 2012 [RYHTI Executive – raportti, Olof Granlund]. [tulostettu 15.1.2013] Saatavissa: Kuopio: Senaatti-kiinteistöt.

EnerControl: GTK:n sähkönkulutusraportit [verkkoraportit]. [tulostettu 31.3.2013] Saatavissa: EnerControl-palvelu.

AccuWeather: Helmikuun 2013 säätiedot [verkkosivut]. [viitattu 10.3.2013]. Saatavissa: <http://www.accuweather.com/fi/fi/kuopio/134137/february-weather/134137?monyr=2/1/2013&view=table>

Vattenfall: Sähkönkulutuksia eri talouksissa [verkkosivut]. [viitattu 15.4.2013]. Saatavissa: <http://www.vattenfall.fi/fi/energianeuvonta.htm>

Kuopion Geologian Tutkimuskeskus		Päivämäärä	Mittaus alkoi	Mittaus loppui
		9.2.2013	11.00	14.21
Osoite		Sää	Tekijä(t)	
Neulaniementie 5 70211 KUOPIO		-4°C Pilvinen, pieni lumisade	Tekla Hietala Jorma Savolainen	
Mittaukseen vaikuttavat asiat (toiminta kohteessa, yms)				
Päärakennuksessa yksi ihminen töissä mutta muuten ei poikkeavaa toimintaa viikonloppuna.				
Labtiumin tiloissa uuneja päällä, joiden käyttö on satunnaista.				
14.12	Ulkovalot ohjattiin päälle.			
14.21	Ulkovalot ohjattiin pois päältä.			
Mittausten jälkeen sammutettiin päällä olleet valot käytävistä paitsi Labtiumista, koska niiden ohjaus on keskuksesta johon emme päässeet.				
Tämän vaikutusta seurataan kun saadaan päämittauksesta tiedot.				
Senaatilla arkistossa olleet piirustukset eivät aivan ole ajantasalla.				
Etenkin Labtiumin tiloja kierretessä mietittiin tarviiko ilmastoinnin olla niin kovalla silloin kun tiloissa ei ole toimintaa.				

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
Pääkeskus	14.15	160	150	150	162	A	Lähdöt 1-18
		37	34	33	104	kW	
Huomioitavaa							

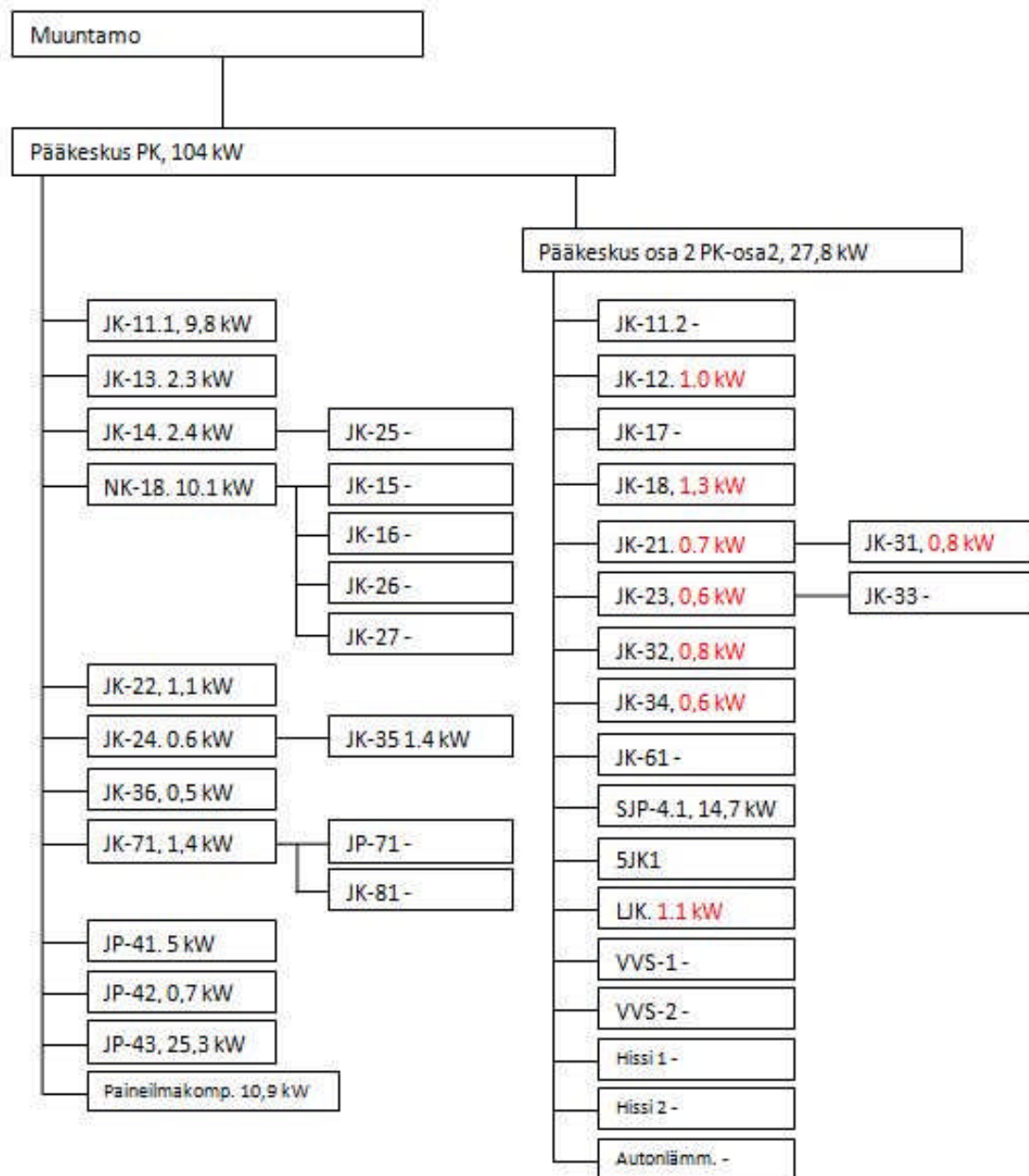
Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
Pääkeskus osa 2	11.53	42	42	37	27,8	A	Lähdöt 19-42
		9,4	9,7	8,6		kW	
Huomioitavaa		0,99	0,99	1			
							Mitattu pääkeskuksesta

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 11.1	12.30	14	14	14	9,8	A	
		3,2	3,2	3,3		kW	
Huomioitavaa							
							Mitattu pääkeskuksesta

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 12	13.11	3,2	0,87	1,77	1,0	A	
		0,7	0,1	0,2		kW	
Huomioitavaa		0,9	0,5	0,6			
Porraskäytävissä valot päällä							

LIITE 2

GTK:N PÄÄRAKENNUKSEN MITTAUSTULOKSET 9.2.2013



Punaisella merkityt tehonlukemat ovat arvioituja.

LIITE 3

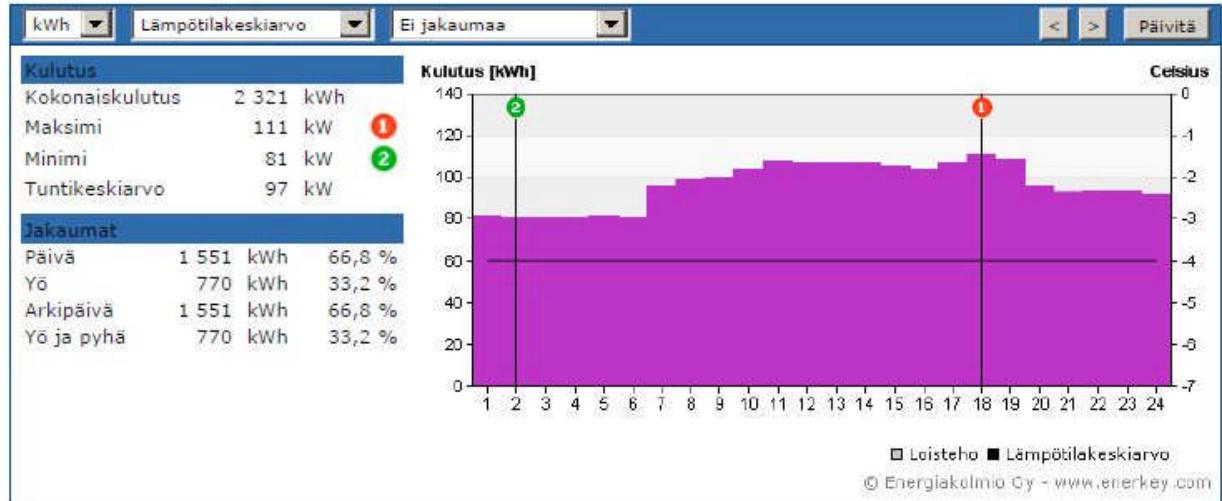
ENERKEYN PÄIVÄRAPORTTI GTK:N KIIINTEISTÖSTÄ 9.2.2013

Päivä, Sähkö (9.2.2013)

65900

17.3.2013

Kohde IT-101045 Geologian tutkimuskeskus	Katuosoite Neulaniementie 5, 70210 KUOPIO		
Yritys Senaatti-kiinteistöt, tuntimittauskohteet	Omistaja -		
Lämmitysmuoto -	Kiinteistötyyppi	Valmistumisvuosi	
		-	



Kuopion Geologian Tutkimuskeskus		Päivämäärä	Mittaus alkoi	Mittaus loppui
		12.2.2013	17.11	21.11
Osoite		Sää	Tekijä(t)	
Neulaniementie 5		-4°C	Tekla Hietala	
70211 KUOPIO		pilvinen, pieni lumisade	Jorma Savolainen	
Mittaukseen vaikuttavat asiat (toiminta kohteessa, yms)				
<p>Mittauksen alussa autokorjaamossa ja päärakennuksessa oli hieman toimintaa (muutama ihminen).</p> <p>Korjaamolla ei varsinaisesti ollut mitään prosesseja käynnissä, ainoastaan muutamia valoja ja ilmastointia.</p> <p>Päärakennuksen vitriinissä on koko ajan valot</p> <p>Päärakennuksen IV-keskukset mitattiin vasta klo 19 jälkeen jolloin kaikki muut koneet ovat pois päältä paitsi Labtiumin koneet, jotka ovat aina päällä lukuun ottamatta lauantaina ja sunnuntaina olevaa kahden minuutin pysäytystä.</p>				

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
PK	20.59	215	175	170	185	A	Mittausten alussa
		50	43	42	135	kW	kokonaiskulutus
Huomioitavaa						cos φ	147 kW

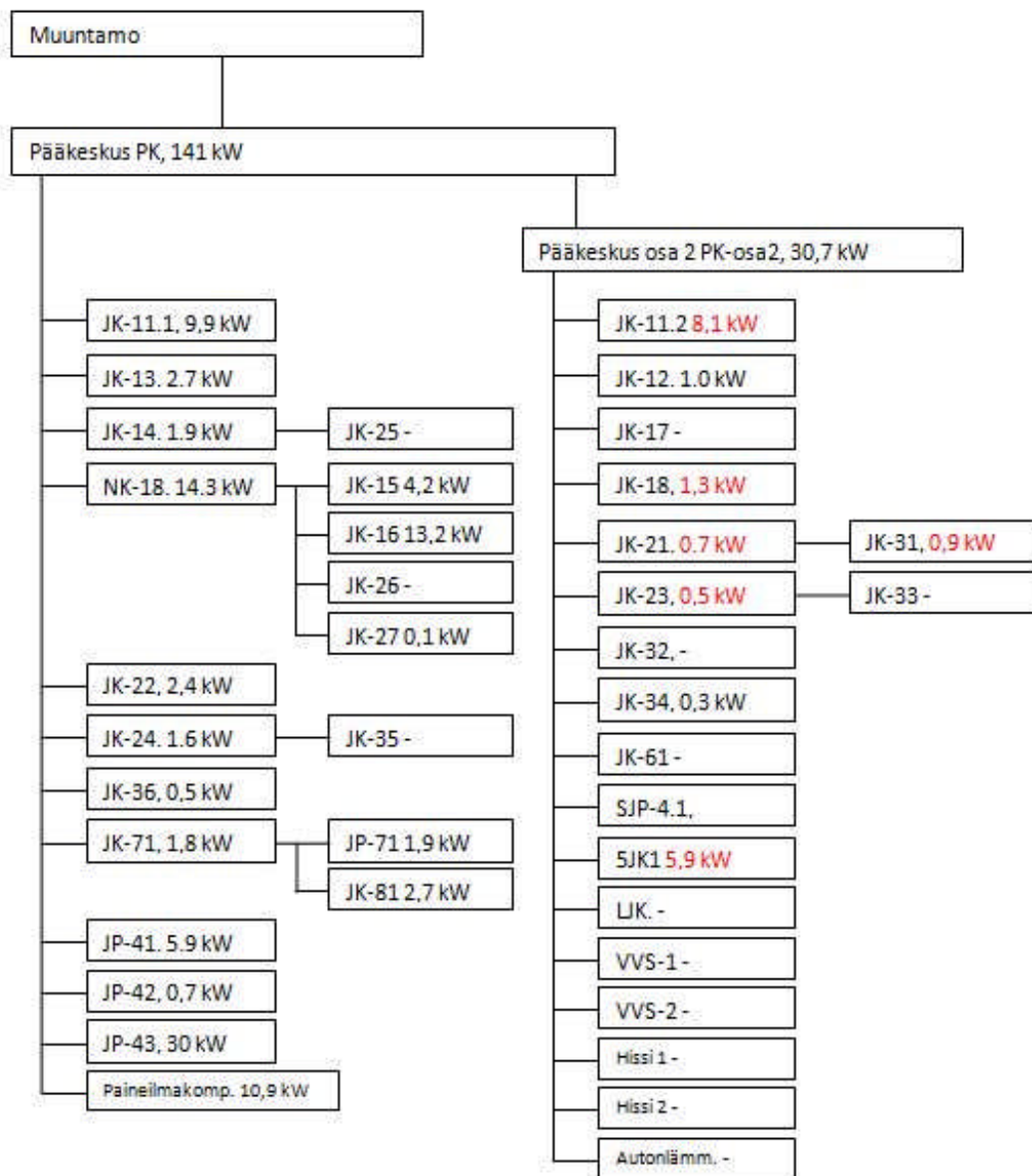
Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
PK-osa 2	18.21	42	49	43	A		Syöttää JK-12, JK-17, JK-18, JK-21+JK-31,
		9,7	11	10	30,7	kW	JK-23+JK-33, JK-32, JK-11.2, 5JK1, VVS-1,
Huomioitavaa		0,98	0,96	0,97		cos φ	VVS-2, LJK, SJ-P4.1, JK-61, JK-34,
							autonlämmitys, hissi 1 ja 2

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK-11.1	19.04	15	15	15	A		
		3,3	3,3	3,3	9,9	kW	
Huomioitavaa		1	1	1		cos φ	
ATK-Sali							Mitattu pääkeskuksesta

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK-11.2	19.23	41,2				A	
		7,6			7,6	kW	
Huomioitavaa		0,8				cos φ	
GTK:n ups							

LIITE 5

GTK:N PÄÄRAKENNUKSEN MITTAUSTULOKSET 12.2.2013



Punaisella merkityt tehonlukemat ovat arvioituja.

LIITE 6

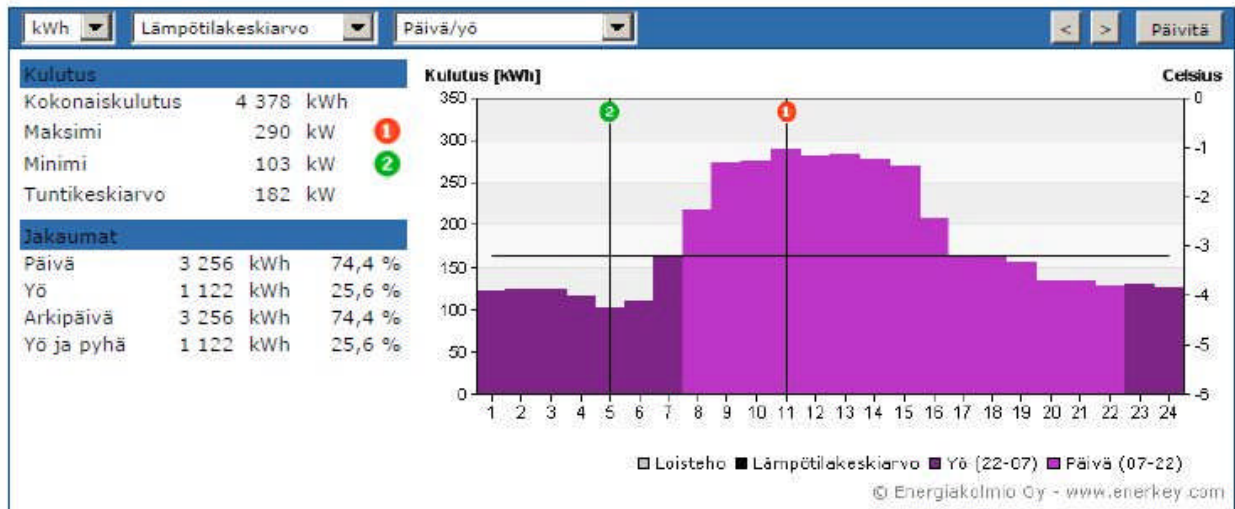
ENERKEYN PÄIVÄRAPORTTI GTK:N KIIINTEISTÖSTÄ 12.2.2013

Päivä, Sähkö (12.2.2013)

65900

17.3.2013

Kohde	Katuosoite		
IT-101045 Geologian tutkimuskeskus	Neulaniementie 5, 70210 KUOPIO		
Yritys	Omistaja		
Senaatti-kiinteistöt, tuntimittauskohteet	-		
Lämmitysmuoto	Kiinteistötyyppi	Valmistumisvuosi	
-	-	-	



Kuopion Geologian Tutkimuskeskus		Päivämäärä	Mittaus alkoi	Mittaus loppui
Osoite		22.2.2013	17.20	19.00
Neulaniementie 5		Sää	Tekijä(t)	
70211 KUOPIO		-6°C ei lumisadetta	Tekla Hietala Jorma Savolainen	

Mittaukseen vaikuttavat asiat (toiminta kohteessa, yms)
Rakennuksessa oli muutamia ihmisiä, mutta koska mittaus ei kohdistunut enää koko kulutukseen tämä ei ollut kovin merkittävä asia.

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 35	18.10	3,1	2,7	1,6		A	
		0,6	0,6	0,3	1,4	kW	
Huomioitavaa		0,90	0,94	0,69		cos φ	
Aulassa valot ATK-serveri							Lähdöt jotka pystyttiin mittaamaan ei ollut kulutusta

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 36	18.24	4,6	0,7	0,6		A	
						kW	
Huomioitavaa						cos φ	
Lähtö	Virta	Teho	Päätelmä kuormasta				
31.1	3,2		ATK-serveri				

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 16	18.32	22,2	19,2	12,0		A	
						kW	
Huomioitavaa						cos φ	

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 25	18.42		1,0	0,1	1,0	A	
Huomioitavaa						kw	
kukille loisteputkivalo aulassa						cos φ	

Keskus	Klo	L1	L2	L3	Tot	yks.	Kuvaus keskuksesta
JK 24	18.47		1,5	1,9	2,3	A	
Huomioitavaa						0,7 kw	
lisäosa JK 24.1					0,8	cos φ	

GTK:N ILMANVAIHDON AIKAOHJELMAT

Kerätty 9.2.2013

Kohde:	GTK Kuopio			
Ilmanvaihdon Aikaohjelmat				
Tunnus:	MA-PE	LA	SU	
TK1 Tstot ja työhuoneet	06:00 - 19:00	-	-	Maanantaina ja Perjantaina jo 5:00
TK2 Laboratorio ja neuvottelu	06:00 - 18:00		-	Maanantaina jo 5:00
TK3 Ruokala/Keittiö	05:00 - 19:00	-	-	Maanantaina Aikaohjelma 18:00 asti
TK4 Tstot ja työhuoneet	06:00 - 16:00	-	-	
TK5 Kansannäytetoimisto	06:00 - 18:00	-	-	
TK6 Laboratorio	Aina - Voimassa	>19:00 - 19:02>	>19:00 - 19:02>	LA-SU Seis aika 2min
TK7 Tstot/RAK5	06:00 - 18:00	-	-	
TK8 Korjaamo/Autotalli	06:00 - 18:00	-	-	Maanantaina jo 5:00
TK1 RC-Laboratorio	13:00 - 15:00	13:00 - 15:00	13:00 - 15:00	